www.sapientia.uji.es | 44



Fundamentos del modelado y prototipado virtual en el diseño de productos

Jaume Gual Ortí

Fundamentos del modelado y prototipado virtual en el diseño de productos

Jaume Gual Ortí



DEPARTAMENT D'ENGINYERIA DE SISTEMES INDUSTRIALS I DISSENY

■ Codi d'assignatura SDF 222

Edita: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions
Campus del Riu Sec. Edifici Rectorat i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la Plana
http://www.tenda.uji.es e-mail: publicacions@uji.es

Col·lecció Sapientia, 44
Primera edició, 2011
www.sapientia.uji.es

ISBN: 978-84-693-7377-4



ÍNDICE

1. Diseño formal en las tres dimensiones

1.1. Introducción. Fundamentos del diseño

El diseño de objetos alcanza diferentes dimensiones del espacio, desde la bidimensional hasta la tridimensional. El ámbito de esta asignatura se centra en esta última dimensión.

Como es conocido, los diseñadores de productos proyectan, entre otras cosas, objetos, artefactos, dispositivos y sistemas, elementos que, en la mayoría de las ocasiones, poseen una estructura formal, la cual debe ser decidida con especial atención. Para ello, la utilización de un enfoque intuitivo en la creación de objetos, y en la decisión sobre la forma final, suele ser de lo más habitual entre proyectistas. Este proceso se genera a partir del bagaje experimental, una buena dosis de talento y el conocimiento acumulado y personal de cada diseñador. Ahora bien, dentro del proceso de creación, y después de ciertos análisis sistemáticos llevados a cabo por diversos teóricos a partir de las vanguardias artísticas de principios del siglo XX, sobre todo teóricos de la escuela de diseño Bauhaus,[1] se puede aseverar que existen, además, ciertas lógicas y elementos que articulan y sistematizan el diseño más allá del enfoque únicamente intuitivo, al menos en lo que hace referencia no a la concepción de la idea sino a la decisión relativa a la forma final del producto, artefacto, dispositivo, etc. Esta decisión final sobre la apariencia de la forma del producto se realiza y se asume desde un enfoque especulativo; el diseñador analiza y evalúa los primeros esquemas y bocetos hasta encontrar una estructura formal que ya puede considerarse diseño preliminar. Todo esto sucede en la fase de concepción del objeto. En esta fase es conveniente observar el proceso en su totalidad y atender tanto a las premisas preliminares, los requisitos y objetivos de diseño como a las condiciones futuras de fabricabilidad y mercado, entre otras.

Se produce, por lo tanto, un proceso especulativo-intuitivo, es decir, reflexivo, dentro del desarrollo proyectual, mediante el cual a partir de una o varias ideas, aún abstractas, se va concretando la forma inicial del objeto gracias a continuas verificaciones. Un maestro del diseño nacional como André Ricard explica cómo sucede este proceso:

> La finalidad de este desarrollo proyectual es hacer visibles, en imágenes perceptibles, esos inmateriales conceptos ideados, para poder así efectuar las distintas verificaciones que exige su progresión hacia una realidad material. Esta verificación se efectúa en varias fases, cada una enjuiciando y valorando aspectos distintos de la idea global, aunque los métodos sean siempre más o menos especulativos. En efecto, para poder valorar razonablemente una idea, hay que poder visualizarla en lo que sería su realidad sensible (Ricard, 1982: 145).

1. Cualquier estudiante de diseño de producto conoce la trascendencia de la Bauhaus en su disciplina. Es parte constituyente de su formación. En cualquier caso, para una mirada ampliada y detallada de este hecho se recomienda consultar Fiedler y Feirebend, (2000), o bien Lupton y Miller (1993) para una consulta sintética y breve. Aunque la literatura sobre la Bauhaus y sus más importantes representantes, Gropius, Meyer, Mies, Itten, Klee, Kandinsky, Albers, Breuer, etc., es de una extensión inabordable, conviene aquí reconocer su mérito como iniciadores de una gran cantidad de estudios relacionados con la forma y el color, entre otros.

De esta manera, el propósito de esta asignatura es, en primer lugar, conocer y trabajar activamente un enfoque sistemático dentro del desarrollo proyectual, concretamente en la fase de diseño conceptual, para así poder generar variaciones en objetos tridimensionales mediante herramientas CAD (de diseño asistido por ordenador); y, en segundo lugar, presentar con dignidad el producto realizado desde un entorno infográfico virtual. Este tipo de enfoque puede complementar el propio proceso especulativo-intuitivo de diseño, una vez se ha generado la idea que finalmente deberá expresarse como forma.

Ahora bien, conviene contextualizar un poco más la asignatura en su marco temático para determinar y comprender su alcance y profundidad teórica. En este sentido, ésta forma parte de un módulo más extenso denominado *Diseño avanzado en el modelado de productos* y sus contenidos se relacionan, fundamentalmente, con las asignaturas de: *Diseño avanzado de superficies*, en la cual se trabajan competencias fundamentalmente relacionadas con los aspectos matemáticos y geométricos de la forma; y *Prototipado rápido* cuyo objetivo principal es la generación de prototipos físicos a partir de las diversas técnicas existentes para este fin. Este módulo temático, compuesto por estas tres asignaturas y un proyecto práctico común que integra sus contenidos respectivos, pertenece al *Máster en Diseño y Fabricación* impartido en la Universitat Jaume I de Castellón, más concretamente, a su módulo optativo de especialización en *Diseño de producto*. La asignatura, por otro lado, está dimensionada en sólo 3 créditos ECTS, lo que supone una dedicación total del estudiante de 75 horas entre sesiones presenciales y no presenciales, actividades prácticas, teóricas, etc. De ahí que la extensión de estos apuntes teóricos sea comedida y ajustada a estas condiciones y que muchos de los aspectos se aborden desde una visión sintética, y dejando de lado las competencias que no le son propias. Conviene incidir, por lo tanto, en la importancia de una serie factores en los que no se va a entrar en detalle en esta asignatura por falta de tiempo, como por ejemplo la «idea-creatividad», la «función-contenido», la «referencia histórica», el «símbolo-mensaje», el estado de la «técnica», la geometría descriptiva, los antecedentes históricos, etc. Aspectos que, por otro lado, son fundamentales en el diseño de objetos pero que el estudiante debe abordar en otras materias anteriores o paralelas a ésta. De hecho, la mayoría de las temáticas citadas son parte integrante de la formación, en los primeros cursos, de los estudiantes en diseño de productos.

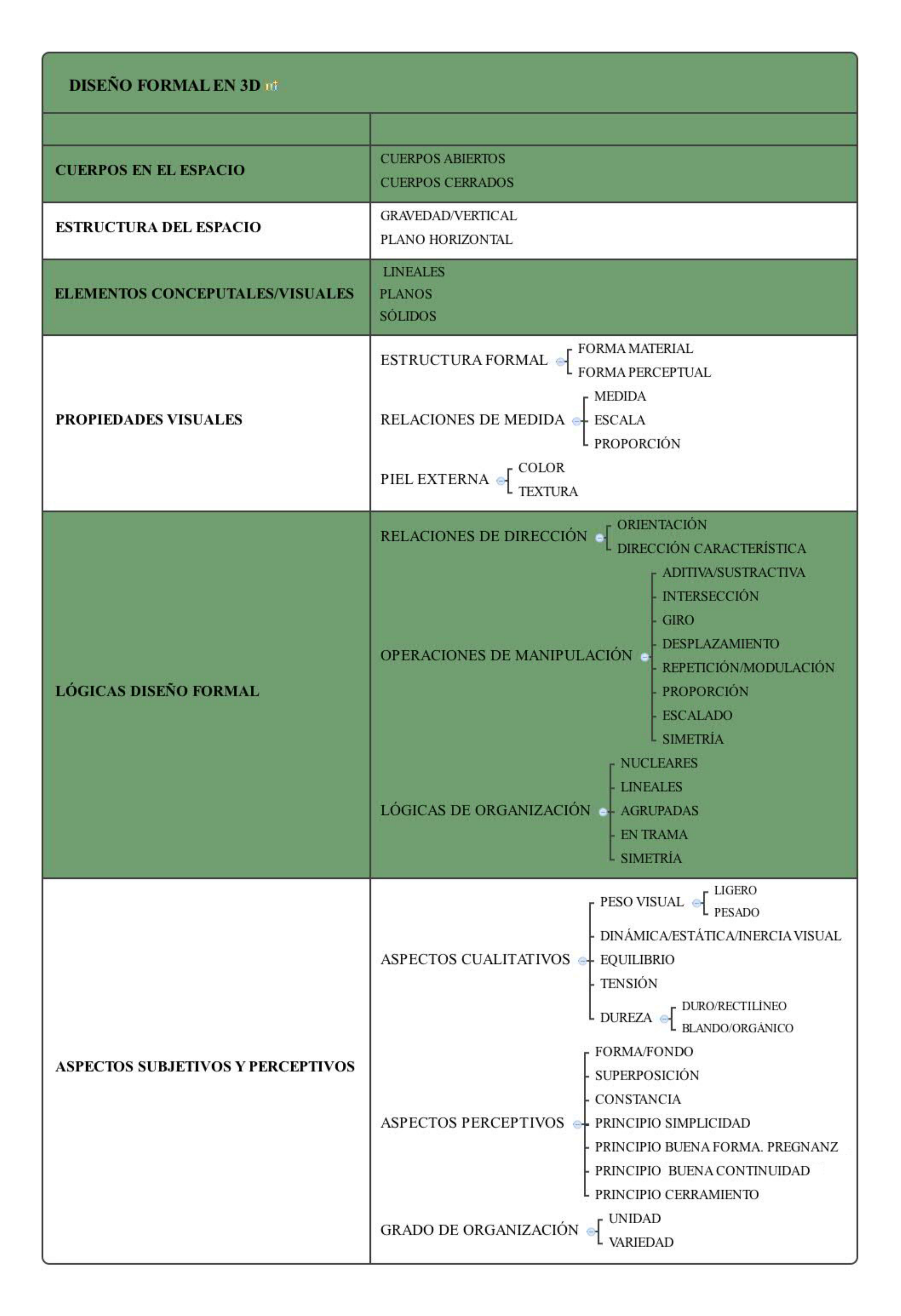
Cabe detallar que es cierto que estos factores, por sí solos e independientemente, no determinan en su totalidad el aspecto final del objeto, y que la concepción formal presenta cierta flexibilidad y laxitud respecto a ellos. El ejemplo de esta afirmación se centra en el análisis del debate ya superado entre forma y función: cualquier elemento de uso, cualquier función, se puede expresar finalmente desde diferentes soluciones formales, como así ocurre en la realidad, no existe un único modelo de gafas, ni de asiento. Es decir, cualquier función se puede solucionar desde diferentes formas. Cualquier producto industrial se materializa resolviendo el uso al que va destinado, en un contexto técnico, cultural y socio-económico determinado, y atendiendo, finalmente, a aspectos formales.

Es precisamente dentro de este entramado entre el uso, la función, la técnica y el contexto, en el que la «forma» toma cierto protagonismo y esta asignatura adquiere sentido. En el diseño de esta forma, de la apariencia del objeto, se encuentra el hilo conductor de la materia aquí expuesta. Partiendo de los fundamentos del diseño se tratará de llegar a una aplicación concreta y práctica del diseño formal sobre los objetos de uso, atendiendo a conocimientos previos fundamentales como los sistemas de representación, aspectos de geometría y también a las nociones elementales de diseño básico. La cuestión de la percepción psicológica jugará un papel especialmente relevante en el transcurso del texto.

Así, como antecedentes a la asignatura, existen numerosos estudios que en su mayoría proceden de antecedentes históricos relacionados con las artes plásticas, la arquitectura y la psicología de la percepción, pero que difícilmente se encuentran aplicados al diseño de productos. Estudios que, por otro lado, poseen una variada y extensa literatura de gran ayuda a la creación de composiciones pictóricas, esculturas y edificación, pero en los que el traspaso al contexto del diseño de productos apenas se ha considerado, a excepción de algunos casos aislados. De este hecho radica la importancia de tratar de encajar y concretar este amplio marco teórico al diseño de objetos.

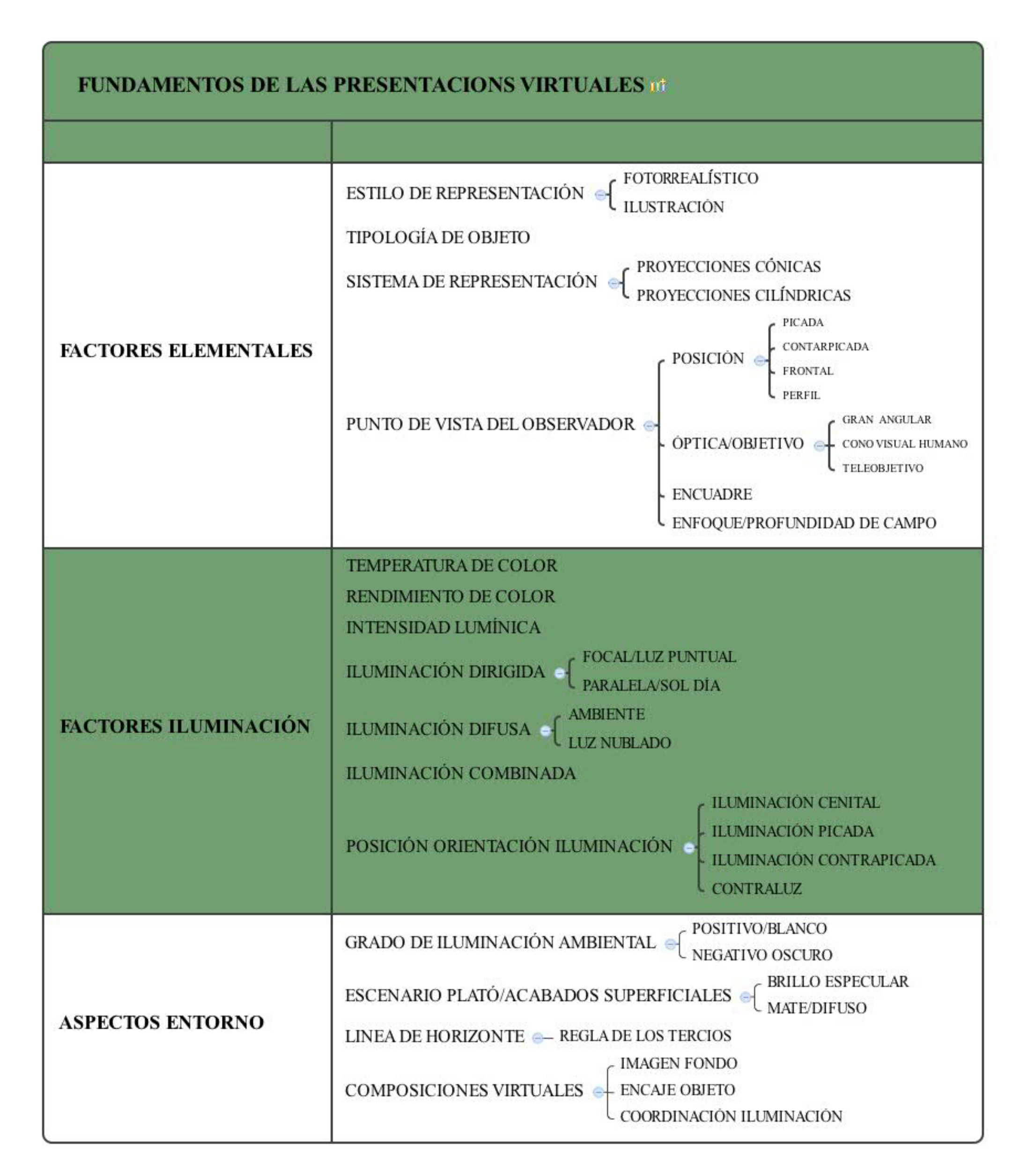
En este sentido, la asignatura, propone conocer, en primer lugar, qué elementos son fundamentales en la lógica del diseño «sistemático» y conceptual. En segundo lugar, se propone conocer qué propiedades visuales afectan a estos elementos… a estos conceptos. En tercer lugar, la asignatura pretende dar a conocer algunas de las lógicas, operaciones, instrumentos y relaciones que se establecen dentro de la articulación de los elementos citados para, finalmente, intentar reconocer cómo, estos factores, determinan el carácter (estilo) final de cualquier objeto. Por último, habrá que comunicar esta idea mediante una recreación, en este caso virtual, de la forma. Esta recreación se propone aquí empleando las posibilidades de las herramientas infográficas.

Así, la asignatura consta básicamente de dos bloques diferenciados. Un primer bloque abarcado por los temas 1 y 2 en el que se exponen aspectos de diseño formal, subjetivos y perceptivos; y un segundo bloque en el que se tratan específicamente los fundamentos de las presentaciones virtuales infográficas (tablas 1 y 2). Al finalizar estos bloques también se ha considerado conveniente añadir un glosario de términos que clarifica las diferentes acepciones empleadas en el transcurso del texto, ya que la literatura existente parece no encontrar siempre un consenso sobre los diferentes significantes empleados, hecho, éste último, que puede llegar a confundir al estudiante.



DISEÑO FORMAL EN 3D	
CUERPOS EN EL ESPACIO	CUERPOS ABIERTOS CUERPOS CERRADOS
ESTRUCTURA DEL ESPACIO	GRAVEDAD/VERTICAL PLANO HORIZONTAL
ELEMENTOS CONCEPTUALES/VISUALES	LINEALES PLANOS SÓLIDOS
PROPIEDADES VISUALES	ESTRUCTURA FORMAL: FORMA MATERIAL; FORMA PERCEPTUAL RELACIONES DE MEDIDA: MEDIDA; ESCALA; PROPORCIÓN PIEL EXTERNA: COLOR; TEXTURA
LÓGICAS DISEÑO FORMAL	RELACIONES DE DIRECCIÓN: ORIENTACIÓN; DIRECCIÓN CARACTERÍSTICA OPERACIONES DE MANIPULACIÓN: ADITIVA/SUSTRACTIVA; INTERSECCIÓN; GIRO; DESPLAZAMIENTO; REPETICIÓN/MODULACIÓN; PROPORCIÓN; ESCALADO; SIMETRÍA LÓGICAS DE ORGANIZACIÓN: NUCLEARES; LINEALES; AGRUPADAS; EN TRAMA; SIMETRÍA
ASPECTOS SUBJETIVOS Y PERCEPTIVOS	ASPECTOS CUALITATIVOS: PESO VISUAL (LIGERO; PESADO); DINÁMICA/ESTÁTICA/INERCIA VISUAL; EQUILIBRIO; TENSIÓN; DUREZA (DURO/RECTILÍNEO; BLANDO/ORGÁNICO) ASPECTOS PERCEPTIVOS: FORMA/FONDO; SUPERPOSICIÓN; CONSTANCIA; PRINCIPIO SIMPLICIDAD; PRINCIPIO BUENA FORMA. PREGNANZ; PRINCIPIO BUENA CONTINUIDAD; PRINCIPIO CERRAMIENTO GRADO DE ORGANIZACIÓN: UNIDAD; VARIEDAD

Tabla 1. Mapa cognitivo del diseño formal en las tres dimensiones.
Integra los aspectos subjetivos y perceptivos del diseño formal.



FUNDAMENTOS DE LAS PRESENTACIONS VIRTUALES	
FACTORES ELEMENTALES	ESTILO DE REPRESENTACIÓN → FOTORREALÍSTICO; ILUSTRACIÓN TIPOLOGÍA DE OBJETO SISTEMA DE REPRESENTACIÓN → PROYECCIONES CÓNICAS; PROYECCIONES CILÍNDRICAS PUNTO DE VISTA DEL OBSERVADOR → POSICIÓN (PICADA; CONTARPICADA; FRONTAL; PERFIL); ÓPTICA/OBJETIVO (GRAN ANGULAR; CONO VISUAL HUMANO; TELEOBJETIVO); ENCUADRE; ENFOQUE/PROFUNDIDAD DE CAMPO
FACTORES ILUMINACIÓN	TEMPERATURA DE COLOR RENDIMIENTO DE COLOR INTENSIDAD LUMÍNICA ILUMINACIÓN DIRIGIDA → FOCAL/LUZ PUNTUAL; PARALELA/SOL DÍA ILUMINACIÓN DIFUSA → AMBIENTE; LUZ NUBLADO ILUMINACIÓN COMBINADA POSICIÓN ORIENTACIÓN ILUMINACIÓN → ILUMINACIÓN CENITAL; ILUMINACIÓN PICADA; ILUMINACIÓN CONTRAPICADA; CONTRALUZ
ASPECTOS ENTORNO	GRADO DE ILUMINACIÓN AMBIENTAL → POSITIVO/BLANCO; NEGATIVO OSCURO ESCENARIO PLATÓ/ACABADOS SUPERFICIALES → BRILLO ESPECULAR; MATE/DIFUSO LINEA DE HORIZONTE — REGLA DE LOS TERCIOS COMPOSICIONES VIRTUALES → IMAGEN FONDO; ENCAJE OBJETO; COORDINACIÓN ILUMINACIÓN

Tabla 2. Mapa cognitivo de los aspectos más fundamentales en el diseño de presentaciones virtuales.

Las competencias que se trabajan en la asignatura son las siguientes:

- Reconocer y analizar objetos generados a partir de configuraciones formales basadas en cuerpos abiertos y cuerpos cerrados.
- Rediseñar objetos con cuerpos cerrados y/o cuerpos abiertos. Generar diversas soluciones formales a partir del uso de elementos sólidos, planos y lineales.
- Resolver problemáticas comunes de diseño formal de modo unificado y sencillo: resolver de forma autónoma diferentes alternativas o soluciones de diseño para un producto.
- Experimentar aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de formalización y presentación del producto.
- Diseñar presentaciones virtuales digitales a partir de los fundamentos escenográficos, fotográficos y publicitarios.
- Modelar a modo de bocetado rápido intuitivo con técnicas CAD.
- Saber utilizar recursos básicos para la exportación de archivos CAD de modelado.

Todas estas competencias son abordadas desde las sesiones prácticas presenciales de la asignatura. Las dos últimas competencias de la lista no se abordan, por su carácter práctico, en este texto, sino, únicamente, en las sesiones prácticas.

Por último, hay que señalar que el conjunto del software empleado en el desarrollo de la asignatura y para su seguimiento tiene un valor relativo, en tanto se entiende como una serie de herramientas facilitadoras del diseño, en general, y de los contenidos de la asignatura, en particular. En este caso, la mayoría de las presentaciones han sido modeladas con el programa Rhinoceros v.4, y presentadas en Flamingo v.3, Penguien v.2, 3ds Max 2006 y Kerkythea 2008 Echo Edition.

1.2. Tipologías de configuraciones de cuerpos en el espacio. Elementos conceptuales y visuales

1.2.1. Elementos lineales, planos y sólidos

En este primer bloque de contenidos se presentan los elementos fundamentales que toman parte en el diseño de objetos dentro del hecho tridimensional del espacio. Estos son: los elementos con carácter lineal, los elementos con carácter plano y, por último, los elementos con carácter sólido. Sobre este tema existe numerosa literatura, normalmente, tratada desde la vertiente bidimensional de la pintura o del diseño gráfico, pero también desde la óptica de la arquitectura. De entre todos estos estudios destaca, por su carácter pionero, el realizado por Kandinsky, *Punto y línea sobre plano* (Kandinsky, 1994).

Todos estos elementos hay que entenderlos como tres vértices de un triángulo en el cual se establecen también conexiones intermedias dentro del mismo (fig. 1). Es decir, también se dan situaciones, dentro de las soluciones formales de los objetos de uso, con carácter ambiguo entre los elementos propuestos.

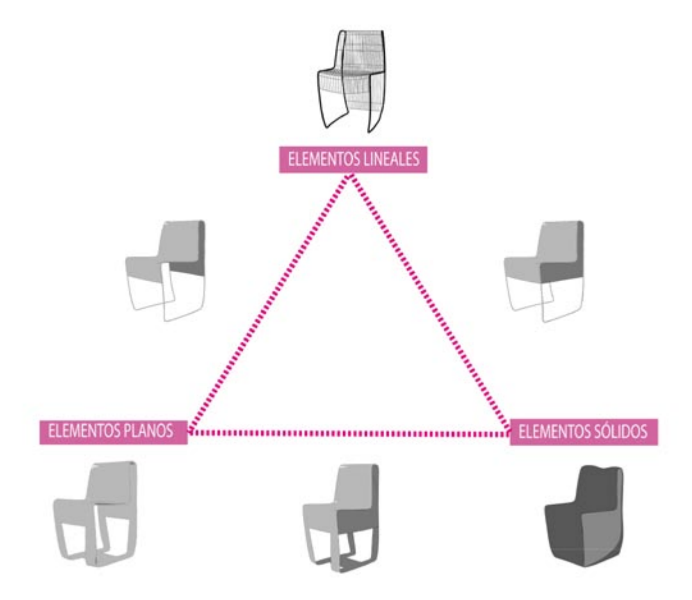


Fig. 1. Modelo de triángulo en el que se aprecia el uso de elementos lineales, planos y sólidos, así como situaciones intermedias.

Existen, por lo tanto, numerosas posibilidades formales a partir de la variación de elementos planos y sólidos sobre configuraciones formales similares, como en el ejemplo de asiento (fig. 2). En algunos casos se dan situaciones de ambigüedad ya que, por ejemplo, los elementos planos configuran, mediante repetición, formas próximas al carácter sólido o, también, su dimensión de espesor puede hacer decantar un objeto diseñado a partir del plano hacia un aspecto sólido.

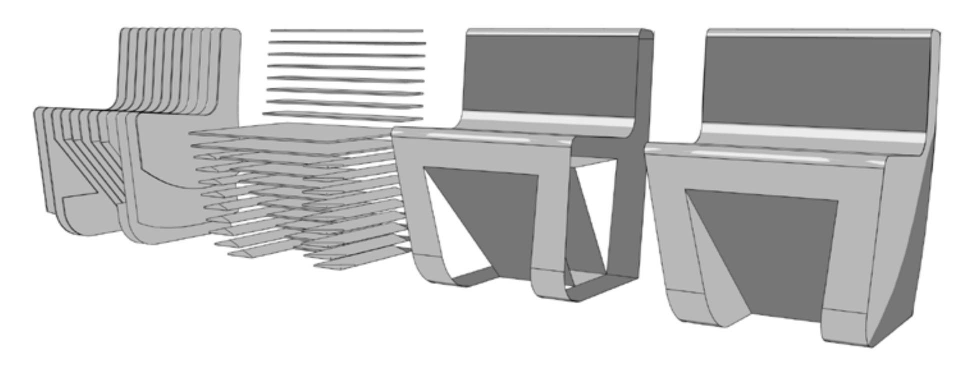


Fig. 2. Ejemplo de las posibilidades de variaciones formales a partir del empleo de elementos planos y sólidos en el diseño conceptual de productos.

Estos elementos generan, a su vez, en su uso compositivo diferentes tipologías de objetos: cuerpos abiertos y cuerpos cerrados.

Diseñar a partir de la variación de los elementos y la toma de conciencia de ciertas lógicas puede dotar al diseñador de los ingredientes y los instrumentos para abordar la solución formal de un objeto.

1.2.2. Cuerpos abiertos: elementos lineales y planos

Las formas de las tipologías de objetos generadas a partir de la utilización de elementos lineales y/o planos conforman, generalmente, una genealogía de objetos caracterizados, entre otros aspectos, por ser livianos visualmente, es decir, de poco peso visual y con poca masa corpórea.

a) Elementos lineales

Para presentar los elementos lineales conviene apuntar primero al concepto de línea. Aunque por su visualidad, la línea como el resto de elementos, se puede reconocer con cierta facilidad, ésta se podría entender, por ejemplo, como el recorrido de un punto. Entre sus atributos conceptuales se puede decir que es el referente de la bidimensionalidad más básica, se distingue por la relación de «proporción» visual entre su longitud y espesor, la primera mucho más acusada que la segunda. Tal y como algunos autores apuntan, aunque conceptualmente no tiene anchura ni profundidad (Wong, 1991: 11; Ching, 2004: 9), se reconoce que visualmente sí que puede tener estos atributos. La línea delimita contornos cerrados y, si no, se encuentra abierta y delimitada entre puntos. Es, además, el borde, el canto, el filo, el límite de los elementos planos y sólidos.

Desde un punto de vista conceptual, como elemento imaginado comunica delgadez, y entre otras aplicaciones, la línea puede poseer ciertas cualidades como separar o asociar partes. Expresa posición, dirección, continuidad y movimiento en la descripción de su trayectoria.

Además, la línea vertical, en la dirección de la gravedad, expresa cierto carácter estático y de equilibrio, como se verá en apartados posteriores.

La línea horizontal, sin embargo, expresa cierta estabilidad, quietud, calma y reposo.

Por último, la línea oblicua se caracteriza por su carácter dinámico, activo y en desequilibrio, en contraposición con los caracteres vertical y horizontal.

Visualmente, la línea puede ser recta, quebrada, curva, regular, flexible, rígida, irregular…, con espesores diferentes y variados e incluso puede soportar texturas.

Los elementos lineales pueden generar formas tanto en las dos dimensiones como en el espacio de las tres dimensiones (fig. 3).



Fig. 3. Ejemplo de elemento volumétrico resuelto a partir del uso de la línea en el espacio en la fase conceptual de diseño.

b) Elementos planos

Si la génesis de la línea se podía concebir como un punto en movimiento. El plano, a su vez, podría generarse a partir del movimiento de una línea en una dirección diferente a la que le es propia por naturaleza.

De manera abstracta, el plano carece de espesor, aunque sí que presenta dimensiones de largo y ancho. Sus límites son líneas conceptuales, «Un conjunto de líneas situadas sobre un plano pueden formar una figura o, al menos marcar el contorno de una figura bidimensional (cuadrado, círculo, triángulo...)» (Gómez-Senent, 1986: 199).

Al igual que la línea delimita el contorno del plano, el plano, por otro lado, puede definir y delimitar los cuerpos cerrados. Los planos característicos, horizontal y vertical, expresan los mismos caracteres vistos en los homónimos lineales. El

plano vertical, en la dirección de la gravedad, es equilibrado. El plano horizontal es estático y sirve de superficie de soporte y apoyo. El plano oblicuo es dinámico y activo perceptualmente. Visualmente puede dotarse de cierto espesor, forma y textura. Pero los planos, si se entienden desde su concepción espacial más compleja, como superficies, pueden, además, extenderse más allá de la propia bidimensionalidad y generar figuras en el espacio sin perder su carácter originario de «planicidad», es decir, de distinguirse por su especial relación de proporción entre largo y ancho, más que profundo.

A partir del trabajo formal sobre planos puros, se puede llegar a generar figuras complejas que se articulan en las tres dimensiones (fig. 4).

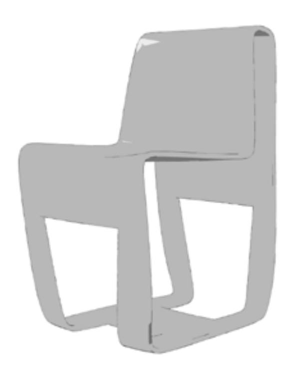


Fig. 4. Elemento de descanso resuelto mediante la utilización del plano.

1.2.3. Cuerpos cerrados: los elementos sólidos

Las formas de las tipologías de objetos generadas a partir de la utilización de elementos sólidos conforman, generalmente, una genealogía de objetos caracterizados, entre otros aspectos, por su masa corpórea, por su volumetría, por no ser livianos visualmente y por poseer cierto peso visual (fig. 5).

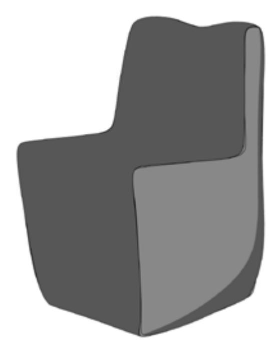


Fig. 5. Elemento de descanso resuelto formalmente a partir del uso de un cuerpo sólido.

Un cuerpo sólido se puede generar a partir del movimiento de un plano.

Todos los elementos sólidos se caracterizan por no ser bidimensionales, es decir, se expresan siempre a partir de las tres dimensiones, poseen ancho, alto y profundo.

Están delimitados por planos o superficies cerradas, bien mediante una geometría ordenada y rígida de planos puros y aristas rectas como, por ejemplo, los poliedros, bien mediante una organización orgánica de superficies curvas y aristas suavizadas. Visualmente se pueden expresar con diferentes formas y texturas.

Existen los llamados sólidos básicos o primitivos regulares: el cubo, la esfera, el cilindro, el cono y la pirámide que expresan cualidades perceptibles diferentes (Ching, 2004: 42-44). La esfera, por ejemplo, no posee aristas y su contorno no se modifica con la variación del punto de vista o la posición, esto se debe a que su contorno circular es siempre constante. Con otros sólidos no sucede este fenómeno, el contorno conformado por el cubo o la pirámide varía en función de la ubicación entre el elemento sólido y el punto de vista del observador.

La imagen expuesta (fig. 6) muestra tres soluciones diferentes sobre una configuración formal de silla a partir de la variación de los elementos fundamentales de diseño. A la izquierda se combinan elementos planos y lineales; en el centro elementos sólidos y lineales; y a la derecha, elementos planos y sólidos. La percepción de cada una de las soluciones es diferente: la imagen de la izquierda muestra una silla de cuerpo ligero, mientras que la imagen de la derecha muestra una silla visualmente más pesada que las otras dos opciones. Los elementos de diseño ofrecen múltiples posibilidades en su combinatoria.



Fig. 6. Tres tipos de soluciones a una similar estructura formal de asiento.

Trabajar con elementos básicos de diseño, como se aprecia, puede proporcionar al diseñador una base sólida sobre la cual experimentar variaciones sobre las primeras ideas de diseño, es decir, durante la fase de conceptualización del producto. Estas primeras ideas suelen realizarse mediante bocetos y modelos e incluso, como aquí, empleando las técnicas de diseño asistido por ordenador.

En relación a las aplicaciones de estos elementos en el diseño en modelos y prototipos físicos es interesante señalar la obra de José Luis Navarro, *Taller de expresión tridimensional* (Navarro, 2009: 8-27).

1.3. Estructura perceptiva del espacio tridimensional

Antes de entrar a explicar las lógicas del diseño cabe hacer hincapié en los fenómenos naturales y hechos físicos que condicionan nuestro entorno y por lo tanto el contexto de cualquier objeto. Éstos son dos[2] y son insalvables dentro de la experiencia del ser vivo en la tierra, la gravedad y el plano horizontal, o lo que es lo mismo, la verticalidad y la horizontalidad (fig.7). Nuestros órganos vestibulares, aquellos que se relacionan con la orientación, equilibrio corporal y experiencia de aceleración y desaceleración, son los encargados, junto con la visión, de hacernos percibir la horizontal y la vertical. Estos órganos se sitúan en la cabeza y son tan fundamentales como la propia visión para hacernos percibir el espacio y situarnos en él en posición de equilibrio, tanto nosotros como los objetos que percibimos. Como citan Weintraub y Walker (1968: 91-93):

> En general se puede afirmar que los observadores terrestres normales están influenciados, sobre todo, por referencias visuales al medio con respecto a la percepción de la vertical y la horizontal. En circunstancias visuales corrientes los observadores sufren en menor grado la influencia de las claves vestibulares. Si se elimina el marco visual de referencia (como pasa en la oscuridad), predominan las claves vestibulares. Con todas las claves ausentes, los observadores son extremadamente exactos en su apreciación de la vertical, en cuanto no están ladeados. Sujetos sentados o erguidos de pie en una habitación completamente oscura pueden ajustar una varilla de luz apagada a la vertical (en relación con la gravedad), con una media de error de unos 2º a los sumo (Weintraub y Walker, 1968: 91).

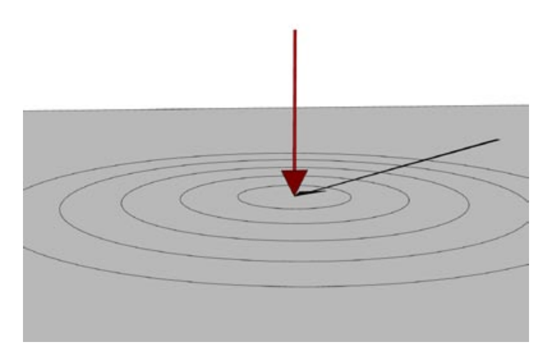


Fig. 7. Representación del modelo espacial tridimensional en el que se enfatiza el plano horizontal de soporte sin direcciones privilegiadas y el sentido hacia abajo de la vertical de la gravedad.

Así, según Rudolf Arnheim, «el hombre experimenta el espacio en el que vive como asimétrico» (Arnheim, 2001: 30). Es importante citar esta cualidad, ya que, por defecto y por inercia cultural, legada del modelo geométrico cartesiano del espacio, se suele pensar que las tres direcciones propuestas del espacio tridimensional, aquellas que se representan en los tres ejes: x, y, z, tienen las mismas cualidades e importancia, es decir, expresan en su combinación un espacio «homogéneo». Esto no es del todo cierto en la experiencia real del espacio:

2. Estos condicionantes ya han sido citados con anterioridad al hablar de ciertas cualidades de los elementos de diseño como su expresión de equilibrio, quietud o dinamismo. Recordemos, por ejemplo, que la línea horizontal era estática y equilibrada, mientras que la línea oblicua expresaba un carácter dinámico al alejarse de la «norma» de la vertical.

> Geométricamente, las tres coordenadas del sistema cartesiano de espacio son iguales en carácter e importancia. Nuestro espacio terrestre, sin embargo, está invadido por la atracción de la gravedad que distingue la vertical como la dirección estándar (Arnheim, 2001: 31).

Otro aspecto, consecuencia del legado cartesiano, posiblemente influencia del modelo de representación diédrico y axonométrico, los cuales presentan estas direcciones características, que citaba Arnheim, de un modo rígido, es la inclinación natural, por parte del diseñador, hacia la conformación de figuras que continúan estos ejes a modo de «guías» y que sin duda terminan condicionando el resultado formal del objeto. Se trata, pues, de reconocer la amplia realidad del espacio tridimensional para explorar sus cualidades intrínsecas más allá de las posibilidades y limitaciones de cualquier modelo de representación espacial y del propio sistema perceptivo que, como se verá más adelante, tiende al equilibrio, y atender así, en el proceso creativo del diseño de objetos, las diferencias cualitativas del espacio tridimensional a la hora de resolver el problema formal del diseño. Aún así, el modelo que aquí se propone para atender el diseño de los cuerpos en el espacio, aquél que incide en la importancia de la verticalidad y del plano horizontal entre otros factores, genera, a su vez, un nuevo inconveniente que afecta, sobre todo, al proceso creativo, pues las condiciones del espacio deben entenderse también en toda su amplitud, es decir, para acogerse armónicamente a ellas y realizar objetos que no fuercen sus principios, o bien para evidenciar que también éstas pueden llevarse al límite y forzar situaciones tensas y atrevidas por su desafío a lo natural. Como advierte Arnheim: «El estándar de la verticalidad como parte de la estructura espacial no se supera con facilidad» (Arnheim, 2001: 30).

1.3.1. La verticalidad de la gravedad

El primero de los elementos condicionantes del espacio, la gravedad, es la expresión inmediata de la dirección en la que los objetos son atraídos por la tierra. Su concepción más básica es la verticalidad. Ésta se entiende como el eje de referencia del resto de las direcciones, como la dirección estándar, la cual tiene un sentido hacia abajo que cabe señalar con especial interés, pues las configuraciones formales deben atender esta condición en la práctica, bien para acogerse a ella, o bien para evitarla.

Cualquier variación de la verticalidad supone, excluyendo la horizontalidad, una ruptura de la norma y un desafío a la gravedad. Un objeto cuyo resultado formal se resuelva visualmente mediante elementos verticales resultará equilibrado, y sin posibilidades de sensación de movimiento. Por el contrario, aquellas soluciones formales en las que prevalezca la oblicuidad, como contraste con la verticalidad espacial, presentará la denominada inercia visual (Ching, 2004: 35), es decir, cierta tendencia al movimiento, al giro… (fig. 8).

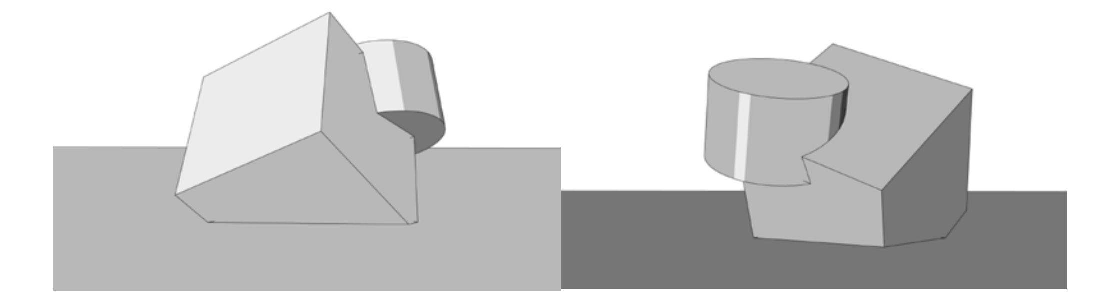


Fig. 8. Ejemplo de composición formal, entre un cilindro y un cubo, en la que las direcciones características de los cuerpos superan el estándar de la verticalidad y, por lo tanto, presentan cierta tendencia al movimiento o inercia visual.

1.3.2. La horizontalidad

El segundo de los elementos que condicionan el espacio es el plano horizontal, la horizontalidad. La verticalidad es, por lo tanto, perpendicular a éste. El suelo es el soporte de los objetos y de nuestras actividades… es el elemento que detiene la tendencia a caer. Es el lugar para el desplazamiento libre y natural, el plano del recorrido, de ahí que no se distinga ninguna dirección característica, «en el plano horizontal todas las direcciones son equivalentes» (Arnheim, 2001: 33). Junto con la verticalidad de la gravedad, esta dimensión es otra referencia a tener en cuenta en las configuraciones de cuerpos en el espacio.

La verticalidad citada anteriormente tiene su dimensión principal en la «visualidad»; la horizontalidad, por el contrario, tiene su máxima expresión en la dimensión de la «acción» (Arnheim, 2001: 46-47).

Entre estas referencias, la verticalidad y el plano horizontal, y la posición del punto de vista del observador y el objeto, se genera el escenario de actuación del proyectista del espacio tridimensional.

1.4. Propiedades visuales

Una vez tratados, por un lado, los elementos, ingredientes básicos, para la propuesta de sistematización del proceso de configuración formal del diseño de objetos y, por otro lado, también las condiciones a priori del espacio perceptivo tridimensional, conviene ahora apuntar hacia las propiedades que caracterizan los cuerpos desde el enfoque visual y perceptivo.[3]

3. Se ha citado someramente algunos de éstos al hablar de los elementos de diseño, concretamente, la forma y la textura.

Las propiedades visuales afectan a los elementos básicos de diseño de tal forma que los conforman en la práctica, en su apariencia perceptible, más allá de su faceta conceptual e ideológica.

Mediante la articulación de los elementos de diseño y de los elementos visuales se empieza a generar una variedad de posibilidades formales que complementa y sistematiza, en parte, el proceso intuitivo de creación.

Éstas, las propiedades visuales, se pueden agrupar en tres bloques: las que afectan únicamente a la forma del objeto, es decir, a su estructura formal; las que afectan a sus relaciones de medida, dimensión, escala y proporción; y las que afectan únicamente a su «piel» externa, es decir, a su color y textura. Wucius Wong denomina estos factores elementos visuales, y los divide en cuatro grupos: la forma, la medida, el color y la textura (Wong, 1991: 11). Francis Ching, en cambio, habla de propiedades visuales y distingue entre: contorno, tamaño, color y textura (Ching, 2004: 34).

Cabe recordar que el objeto de esta asignatura es, entre otros, trabajar activamente estos tres bloques, especialmente el primero, el relativo a las estructuras formales.

Estos tres factores de diseño permiten una primera posibilidad de variación sobre la idea u ocurrencia inicial de la forma del objeto, o bien, también permiten una amplia posibilidad combinatoria para ir buscando o encontrando, mediante la sistematización de los elementos, la reglas de diseño y la intuición entre otros, la forma externa adecuada a los propósitos del proyecto de diseño.

Otros factores visuales como la relación del objeto con el campo visual también deben ser tratados: aquello que en las dos dimensiones llamamos relación forma/fondo, pero que en las tres dimensiones muchas veces pierde el sentido y por eso se distingue el fondo del campo visual. La percepción del espacio real se realiza mediante miradas seriadas que permiten el movimiento del punto de vista, Gordon Cullen (1974: 17 -20) explica muy bien este fenómeno, el cual no se da en las dos dimensiones sino de un modo ilusorio. Los estilos cubista o futurista de las vanguardias artísticas de principios del siglo XX, precisamente, expresan la sensación de movimiento (ilusión de velocidad o movimiento, virtualidad) en composiciones bidimensionales; el primero a partir de la modificación del punto de vista del observador cuyo resultado principal es un multifaceteado en las figuras; el segundo a partir del movimiento del motivo pictórico y no del punto de vista del observador cuyo resultado ya no es como el primero, sino más bien una figura que deja un rastro… una estela en su trayectoria de desplazamiento, la cual expresa el movimiento del motivo mientras el punto de vista queda estático.

1.4.1. La estructura formal

La estructura formal es la identidad principal del objeto. Se habla de la figura para atender «a la forma exterior de un cuerpo por la cual se diferencia de otro». Conviene anotar que la forma tiene múltiples acepciones lingüísticas en castellano

y que aquí se emplea «forma» como configuración (estructura formal) de algo.[4] En este sentido, la forma creada en un objeto se encuentra gobernada por una serie de atributos y propiedades que la definen en su esencia más inmutable y a la que denominamos estructura formal. El cubo es una estructura formal con seis caras iguales, doce aristas que lo delimitan perpendiculares ente sí en las uniones de sus vértices (Marcolli, 1978: 11). En los supuestos más básicos y fundamentales incluso se puede conceptualizar la forma del objeto bajo reglas matemáticas universales. En algunos modelos matemáticos más complejos la forma puede llegar a parametrizarse para alcanzar cierto control sobre ella,[5] como en el caso de las curvas y superficies NURBS (*Non Uniform Rational B-Splines*) y afines (López y Herrera, 2008: 295), también denominadas curvas o superficies libres, muy empleadas en el ámbito de la automoción y de los electrodomésticos, precisamente, para abordar formas que mediante la geometría tradicional, serían de difícil representación.

En lengua inglesa existe una distinción entre *form* y *shape*[6] (Arnheim, 1995: 11) que merece la pena aclarar en estas líneas porque el lenguaje cotidiano en castellano tiende a darles el mismo significante, es decir, les llama «forma» a ambos significados. Así, *form* se entiende como forma total, en castellano en cualquiera de sus dimensiones del espacio, es decir, como estructura o configuración formal; y *shape* se entiende como el elemento que delimita un contorno, como su perímetro o su perfil, atendiendo únicamente a aspectos sensitivos visuales… a la forma material.

Berdn Löbach describe la forma, entendida como forma espacial, de la siguiente manera: «Esta forma varía al girar el producto y produce efectos distintos al ser observada desde ángulos distintos (Löbach, 1976: 160).

a) La forma material

Ahondando aún más en la compleja «confusión» lingüística que plantea el tema cabe distinguir entre la forma material (forma visual) y la forma perceptual. En el ámbito de la psicología de la percepción se realiza esta distinción:

> La forma material correspondería a la imagen sensorial inmediata que recibimos a través de nuestro sentido de la vista. Por el contrario, la forma perceptual, o estructura formal, como la llama Arnheim, es la elaboración mental y la comprensión visual de ese objeto que siempre se construye a partir de visiones parciales y sucesivas (Calduch, 2001: 101).

En el siguiente ejemplo (fig. 9), se aprecia la importancia de la visión secuencial para poder construir con precisión una imagen mental de un objeto, es decir, para comprender su forma estructural (también denominada, como se verá, forma perceptual),

---

4. Referencia expresada en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua: www.rae.es.
5. Estos dos últimos fenómenos indican el margen de actuación del diseñador dentro de otra propiedad visual, la dimensión, la escala y la proporción, y que además se expresan en las herramientas de diseño asistido por ordenador.
6. Esta distinción es la misma que se realiza entre los postulados de Wong y de Ching; el primero al hablar de elementos visuales de diseño menciona la forma; el segundo autor, al hablar de propiedades visuales menciona el contorno. La óptica de esta propuesta es que ambos conceptos son distintos, como se diferencia en inglés, y que el contorno es un límite que se aprecia en el estímulo visual de la forma material. No es tan significativo ni esencial como la forma perceptual o estructural.

atendiendo a las conexiones de las imágenes parciales (formas materiales). De esta manera, dos imágenes del mismo objeto visto desde puntos de vista diferentes aportan información suficiente para entender que el objeto retratado no es un cubo, sino un cubo con una muesca en uno de sus vértices, aunque apreciando la imagen superior, una de sus posibles formas materiales, bien se podría confundir su forma estructural con un cubo, si no se observa y comprende los trazos estraños de su sombra proyectada sobre el suelo. De aquí se deduce que la forma material puede inducir a engaño si no se asocia con otros puntos de vista que aporten la información necesaria para comprender la estructura formal.

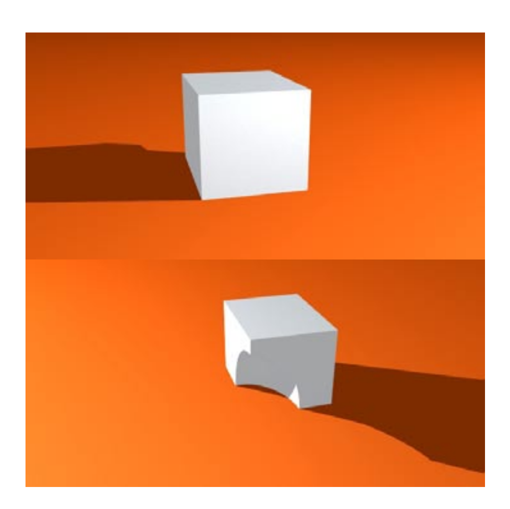


Fig. 9. Ejemplo de comprensión de la forma estructural a partir de la visión seriada. La estructura formal superior es aparentemente la de un cubo; sin embargo desde otra posición del punto de vista se aprecia que una de sus aristas se encuentra sesgada. El objeto no es estrictamente un cubo.

b) La forma perceptual

La forma perceptual como elaboración mental profundiza más allá de los propios estímulos visuales, y se asocia, por ejemplo, con nuestras experiencias, nuestro enfoque cultural, o nuestra experiencia táctil. Este concepto de forma define el objeto en su configuración o estructura e incluso en su relación con el individuo a nivel de comprensión en tanto puede expresar, por ejemplo, expectativas de acción, o recuerdos. La forma material es pasiva, indica lectura, pero no comprensión, aunque es un requisito previo al alcance de la comprensión de la forma perceptual. La forma perceptual, en cambio, es activa desde el punto de vista del observador, el cual, entra en contacto mediante una comunicación silenciosa con el objeto. El objeto se reconoce y se comprende en su estructura más allá de la impresión sensitiva visual.

Cada elemento de diseño posee propiedades formales que lo caracterizan y que pueden tratarse durante el proceso de creación para variar el objeto formalmente y así modificar su identidad. En los supuestos más básicos, los elementos lineales, planos y sólidos, por ejemplo, pueden expresarse desde múltiples posibilidades formales: curvos, quebradizos, rígidos, organizados, regulares, orgánicos, irregulares, etc. La estructura formal es el inicio del camino hacia las variaciones con los elementos de diseño y las propiedades visuales.

En la imagen (fig. 10) se pueden apreciar algunos ejemplos de una estructura formal en el diseño de un asiento sin respaldo con ligeras variaciones empleando elementos básicos de diseño. Ambos objetos han sido trabajados con distinto carácter, planos y líneas en el primero y sólo elementos planos en el segundo caso. El asiento de la imagen de la izquierda se configura mediante aristas vivas, mientras que en el de la derecha se aprecia un ligero redondeo en la parte posterior del asiento. Su forma perceptual es similar.

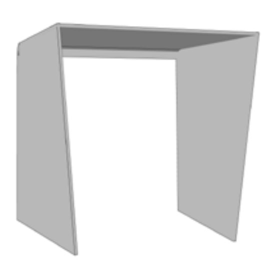




Fig. 10. Ejemplo de variaciones, con elementos básicos de diseño, en una similar estructura formal en el diseño de un taburete.

Por último, cabe indicar que ciertos estudios dentro de la Ingeniería del Diseño han abordado un aspecto interesante en relación a la percepción de ésta vinculada a aspectos emocionales y nuevas propuestas de sistemas de diseño asistido por ordenador que, en lugar de basar la composición de la fase conceptual de diseño en principios geométricos, el desarrollo de este nuevo software se fundamenta en características estéticas asumidas por los consumidores y los diseñadores. Su denominación es CAS (*Computer Aided Styling*). En este sentido, el proyecto europeo Fiores II *Character Preservation and Modelling in Aesthetic and Engineering Design* (2002: en línea) arrastra detrás de sí una serie de autores como Podehl (2002) o el grupo de trabajo de Giannini y Monti (2003), entre otros, que teorizan sobre lo que ellos denominan líneas o curvas de carácter, es decir, rasgos lineales del objeto, en su caso automóviles, que imprimen un carácter estético y emocional específico, como por ejemplo, tensión, aceleración, movimiento, etc, y que pueden ser implementados como rutinas en los sistemas de diseño asistido por ordenador. Como citan Smyth y Wallace (2000), en el caso de algunos trazados de la marca de coches BMW se mantiene sistemáticamente, en varias generaciones de automóviles, un tipo de curva de inflexión característica en la ventanilla trasera de éstos que se asocia con la identidad de la marca. Esta curva característica de BMW la denominan «Hofmeister Kink», es decir, la curva de Hofmeister, denominada así en honor al, hasta los años setenta, director de diseño de BMW que la creó, Wilhelm Hofmeister (1912-1978). Otras empresas de automóviles como Saab también emplean líneas de carácter en sus vehículos que se integran en su imagen global de marca. Los investigadores antes nombrados tratan de integrar este tipo de recursos en el software CAS.

1.4.2. Las relaciones de medida/dimensión, escala y proporción[7]

La segunda de las propiedades visuales que puede presentar cualquier elemento de diseño fundamental comprende un conjunto de conceptos asociados entre sí, pero matizables en su concepción. Se trata de la medida o dimensión, la escala y la proporción.

a) La medida

En primer lugar, aquí se entenderá la medida como la dimensión numérica verdadera de las cosas bajo la comparación con un determinado patrón establecido (codo, metro, etc.). Es el valor del alto, ancho y profundo del sistema de representación cartesiano: el tamaño.

Los sistemas de unidades de medidas se han basado tradicionalmente en la relación con el cuerpo humano. Aunque, el sistema de medidas internacional es, en este sentido, arbitrario. Se fundamenta en una convención que obvia el cuerpo del hombre. La medida es un término absoluto y comparativo. Un arquitecto paradigmático de la modernidad como Le Corbusier trató de generar un sistema de medida que conjugase la relación humana con los objetos y los espacios atendiendo a la geometría inherente de número áureo o la sucesión de Fibonacci (Le Corbusier, 2005).

b) La escala

En segundo lugar, cuando se habla de la escala de un objeto se pretende relacionar éste con su entorno o campo visual mediante la comparación de sus dimensiones entre las partes. La escultura del espacio público, por ejemplo, se puede relacionar con este último gracias a su tamaño armonioso o equilibrado, ni demasiado grande, ni demasiado pequeño. Se produce, por lo tanto, una cadena de relaciones entre el objeto y la plaza, y el objeto y el edificio. Estas relaciones condicionan la percepción del objeto en su contexto en términos comparativos.

Pero, la escala no sólo es la relación de los objetos con el campo visual, sino también con el propio hombre. Normalmente, en los productos industriales, nuestras manos acogen los objetos de unas determinadas dimensiones. Pero, en otras disciplinas, como por ejemplo en Arquitectura, la escala de las obras es superior en relación con la del hombre. Por otro lado, el contexto de un producto es normalmente indeterminado o difuso debido a su carácter móvil, piénsese, por ejemplo, en un lápiz, éste puede estar en nuestro bolsillo de la camisa, sobre una mesa de estudio, o escondido tras un estuche; mientras que en el diseño arquitectónico o urbanístico, el contexto suele concretarse, normalmente, a partir de su carácter inmueble y determinado, parece impensable, atender al diseño de una plaza, sin pensar en las

7. La proporción y el escalado son, entendidas como lógicas de transformación y como se verá más adelante, una herramienta importante para la creación de objetos.

condiciones que impone el contexto: ubicación, orientación, soleamiento, accesos, etc. De este hecho, se deriva una diferencia fundamental entre ambas disciplinas que, sin duda, supone un enfoque ligeramente diferente en cuanto al criterio de conceptualización formal relativo a la escala.

c) La proporción

En tercer lugar, cuando se habla de proporción, se establece una relación matemática entre partes internas del propio objeto, independientemente de sus medidas numéricas y de su escala o relación con el contexto en el que se suscribe éste. La escala se relaciona con un contexto, la proporción, en cambio, se asocia a la propia unidad interna del objeto con independencia del contexto. Según Bonsiepe (1978: 160), la escala sería una relación entre formas interfigural, mientras que la proporción sería una relación intrafigural.

Como bien resume Ching:

> Las dimensiones verdaderas de la forma son la longitud, la anchura y la profundidad; mientras estas dimensiones definen la proporción de un forma, su escala está determinada por su tamaño en relación con el de otras formas del mismo contexto (Ching, 2004: 34).

Una maqueta, por ejemplo, es un objeto que posee, o al menos lo pretende, las mismas proporciones que el producto final, tiene unas dimensiones determinadas, menores que el objeto definitivo, y su escala es más pequeña porque, entre otras cosas, se facilita, así, su manipulación. Es un instrumento de representación del objeto definitivo.

Pero, la proporción además puede entenderse como norma, pauta o patrón, el segmento áureo es el ejemplo de una proporción entendida como armoniosa, desde tiempos remotos, y profusamente utilizada en el mundo del arte. Los templos y las esculturas de la Grecia clásica poseían unas proporciones similares, un tipo de norma o canon, es decir, una proporción constante y regulada por fracciones matemáticas, aunque, en ocasiones, se corregía la norma intuitivamente (correcciones ópticas) para mejorar la percepción del volumen arquitectónico. Éste dependía de la modulación de un solo parámetro o unidad comparativa; normalmente, el radio de las columnas en el caso de los templos y la longitud de la cabeza en el de las esculturas. Las formas generadas mediante normas son susceptibles de parametrizarse.

El estudio de las proporciones armoniosas ha sido, desde tiempos remotos, uno de los fundamentos para encontrar la belleza y un principio universal de diseño.[8] La serie de Fibonacci o la proporción áurea, entre otros, han sido y son temas desarrollados estrechamente en el campo de la Estética, la Arquitectura, la Ciencia y la propia Mística. Un gran tratadista comoVitruvio, alrededor del 25 a. C., escribió al respecto de la construcción de los templos de la antigua Grecia:

8. Véase, para conocer algunos de los principios universales de diseño, la obra de Lidwell y sus colaboradores, en ella se encuentra también un apartado dedicado a la proporción (Lidwell et al. 2005: 96-97).

> El diseño de un templo se basa en la simetría, cuyos principios debe respetar el arquitecto de modo riguroso. Estos principios derivan de la proporción, que en griego se denomina analogía. La proporción es la correspondencia existente entre las dimensiones de los componentes de un conjunto y de este conjunto con una determinada parte seleccionada para que sirva de pauta. Sin simetría y proporción no puede haber principios aplicables al diseño de ningún templo, es decir, sin esa relación precisa entre sus miembros que se puede observar en un cuerpo humano bien formado (Hemenway, 2008: 94).

Cada elemento de diseño posee propiedades relacionadas con esta tipología de propiedad visual. La estructura formal de cualquier objeto puede poseer una determinada medida, trabajarse para encontrar una proporción adecuada a nuestro propósito de diseño, y escalarse para adaptarse al contexto y al uso que se requiera. La proporción de un objeto, entendida como comparación entre partes de éste, además, puede ser una herramienta importante para la búsqueda de la variedad formal y de nuevas identidades para el objeto.[9] El cambio de proporciones puede generar, bien nuevas estructuras formales y por lo tanto nuevos objetos, bien nuevas formas materiales sin modificar en esencia la estructura formal del objeto. En la imagen se aprecia un ejemplo de estructura formal en el diseño de un asiento con respaldo transformada mediante la acción de la proporción (fig. 11). Ambos objetos han sido trabajados con los mismos elementos de diseño, planos y cuerpos cerrados, pero sus dimensiones y proporciones son diferentes en lo que hace referencia a uno de ellos. El respaldo del asiento estilizado de la izquierda presenta mayor altura y es más estrecho. En el contexto del marco blanco de referencia en el que se inscriben se evidencia la diferencia de proporción.

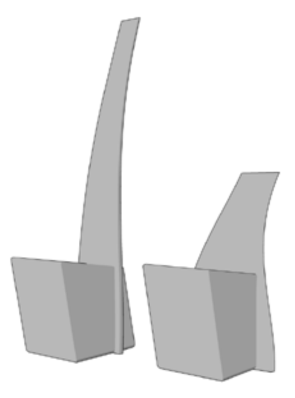


Fig. 11. Estructura formal modificada mediante el cambio de proporciones en el elemento respaldo.

1.4.3. La «piel» externa

La tercera de las propiedades visuales de los elementos de diseño y de los objetos en general es aquella que hace referencia exclusivamente a la apariencia de la «piel» externa de un objeto, es decir, a sus límites superficiales. Esta propiedad se trata, según la tradición de la literatura, por separado, en términos de color y de textura. Aunque son dos conceptos diferentes que presentan sus cualidades

9. La proporción y el escalado son, como se verá, lógicas que ayudan a manipular y transformar los elementos de diseño.

propias, tienen en común que se manifiestan siempre, en un producto físico, sobre su superficie exterior, que aquí denominaremos piel, es decir, aquella parte tangible que percibimos por el sentido de la vista o por el del tacto, y que dota a los objetos de atributos específicos.

La misma configuración formal proporcionada, a una escala determinada y trabajada a partir de los elementos básicos de diseño puede poseer visualmente diferentes acabados cromáticos, plásticos y táctiles. Esta propiedad, por lo tanto, puede alcanzar una dimensión mayor que la únicamente visual.

a) El color

La gama de colores es amplia, toda la del espectro lumínico, comúnmente aquellos tonos que pueden verse en el arco iris (colores cromáticos), y también la suma de todos éstos, es decir, el blanco, o la carencia de éste, el negro, y los intermedios entre estos dos últimos, la gama de grises. El blanco, el negro y la gama intermedia de grises son colores neutros o acromáticos.

La teoría del color, considerada en su marco teórico, es extensa y compleja; se ha desarrollado profusamente en el ámbito de la luminotecnia, la pintura, las artes gráficas y otras disciplinas. Desde el punto de vista histórico, para cualquier disciplina relacionada con el mundo del proyecto, sin duda la Bauhaus y sus excelentes figuras son el epicentro de los estudios sobre el color en su vertiente psicológica y aplicada. Kandinsky, en 1923, llegó a establecer una relación universal, mediante un test psicológico a sus estudiantes, entre las tres formas básicas, el triángulo, el cuadrado y el círculo y los tres colores primarios, el amarillo, el rojo y el azul. En 1990, ese mismo test realizado a diseñadores, escritores y críticos dio nuevos resultados. De este hecho se extrae la conclusión de que difícilmente se pueden establecer relaciones estrictas y universales entre colores y formas (Lupton y Miler, 1993).

Dejando atrás la historia de los estudios del color, en el caso de la luminotecnia, es decir, en el caso del uso de colores lumínicos se habla, en su proceso de mezcla, de síntesis aditiva; los colores básicos, el famoso RGB (*Red, Green, Blue*) de los monitores de ordenador, rojo, verde y azul, conforman en su suma el color acromático blanco; por el contrario, en el ámbito pictórico y de las artes gráficas se habla de síntesis sustractiva de colores, de esta última manera los colores básicos, los pigmentos, son el cián, el amarillo y el magenta (sus siglas en inglés son CYM) cuya mezcla da como resultado el acromático negro.

Dentro del color existen una serie de principios que permiten el control y variación sobre la apariencia final del objeto.

Los colores cromáticos se describen a partir de tres conceptos. En primer lugar se encuentra el tono, éste permite clasificar los colores como rojo, amarillo, rojo anaranjado, etc. En segundo lugar se encuentra el valor, éste se refiere al grado de

claridad o oscuridad del mismo tono y puede modificarse con la mezcla de blancos y negros. Por último, se encuentra la intensidad, la cual indica la pureza del color, los colores intensos son vivos, los colores poco intensos son apagados (Wong, 1990: 33).

En cualquier caso, las variaciones de color entre elementos en una misma estructura formal es un proceso imprescindible en el proceso de búsqueda de la apariencia definitiva del objeto (fig. 12).

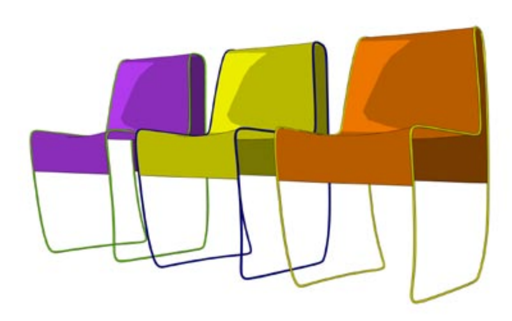


Fig. 12. Variaciones de colores entre elementos con la misma forma estructural.

No es objeto de esta asignatura tratar los principios simbólicos, culturales y/o emocionales de los colores, a pesar de ser un tema sumamente interesante que, como se ha visto con el ejemplo del test de Kandinsky, tienen una fuerte influencia en la percepción de los objetos. Existe al respecto una variada literatura, entre la que destacamos, por su rigor en el tratamiento, la propuesta por Elvira Gual (Gual, 2009; Gual, 2008); y la de Wong (1990), por su estrecha relación con la composición en el diseño.

b) La textura

La textura es la otra propiedad que influye sobre la piel del objeto o de los elementos de diseño. Ésta es una característica sensitiva de la forma, aunque su carácter puede tener también una naturaleza virtual. Puede ser, entre otros, «suave o rugosa, lisa o decorada, opaca o brillante, blanda o dura» (Wong, 1991: 83).

La textura define cualidades visuales en las superficies de los objetos cuando el modelo de conceptualización es virtual, y táctiles, además de visuales, cuando el modelo es físico. En la experiencia del mundo tangible, el de las tres dimensiones, las cualidades táctiles son fundamentales. En este último caso, es importante señalar la incidencia de la luz y el material de soporte para el realce de la textura. En los dos casos, el visual y el táctil, el color también comporta un factor decisivo sobre el resultado final del objeto.

Las variaciones de color y texturas entre elementos en una misma estructura formal es un proceso imprescindible en el camino de búsqueda de la apariencia definitiva

del objeto. En relación al aspecto táctil se precisará un modelo de representación más próximo a la realidad que el propiamente virtual (fig. 13), como un modelo o prototipo físico que representa la textura integrada en el objeto.



Fig. 13. Ejemplo de variación de texturas en elementos componentes de la estructura formal bajo modelos virtuales.

1.5. Lógicas fundamentales en el diseño formal

La propuesta de sistematización del proceso de creación formal de objetos atiende también a una serie de lógicas que ayudan a articular el análisis y la organización de las composiciones con los elementos fundamentales de diseño citados.

Desde esta asignatura se hace la siguiente propuesta de clasificación de lo que aquí se denominarán lógicas, por considerar que las denominaciones de principios o leyes son excesivamente científicas para expresar unos conceptos que en muchas ocasiones, por su carácter cualitativo, pueden manifestarse ambiguamente. Los grupos de lógicas en este caso son:

- Las lógicas de relaciones direccionales.
- Las lógicas de transformación.
- Las lógicas de organización.

1.5.1. Las lógicas de relaciones direccionales

Esta tipología de lógicas es aquella que hace referencia a las relaciones de dirección que se establecen, como mínimo, entre el objeto, la verticalidad, el plano horizontal de soporte y el punto de vista del observador. Hay que recordar que dos de estos elementos son condicionantes propios de la realidad espacial tridimensional: la verticalidad y la horizontalidad, y que los otros dos son factores variables.

Las lógicas de relación direccional son un instrumento de trabajo importante sobre la toma de decisiones del proyectista en la creación y presentación del diseño final. Éstas se pueden abarcar según dos tipologías en función del elemento que se tome como referencia: bien el propio objeto (dirección característica), o bien el campo visual (orientación).

En el primer caso, se puede hablar de dirección característica del objeto, es decir, de aquella dirección en la composición del objeto… aquel eje, que en su estructura formal lo destaca y lo identifica. Evidentemente, se trata de un planteamiento genérico porque finalmente, en muchos de los objetos, se reconoce una multiplicidad de direcciones parciales que interaccionan entre ellas, aunque en ocasiones se encontrará una que destaque, la característica; y en otras ocasiones la ambigüedad de la situación dará pie a aseverar que el objeto carece de una dirección característica determinada.

En este sentido, la proporción entre partes juega un papel determinante en esta lógica. Si se recuerda el ejemplo de la proporción, como propiedad visual, en el que aparecían dos bancos, uno con un respaldo achatado en altura, y el otro con un respaldo estilizado, en el último se distinguía sobre las demás la dimensión de la altura, es decir, la verticalidad (fig. 10). No todos los objetos poseen esta cualidad direccional, la esfera, por ejemplo, como elemento sólido o cuerpo cerrado, no posee una dirección característica, sin embargo, el cubo presenta tres posibles direcciones; las de sus aristas. Pero todas ellas tienen la misma dimensión y, por lo tanto, tampoco se distingue una dirección concreta sobre otras. El trabajo de proporcionado sobre los elementos de diseño y sobre los objetos puede modificar la forma[10] total para hacer que una dirección destaque sobre el resto, o bien que exista cierta homogeneidad entre todas. Las transformaciones de la forma estructural que actúan sobre algún elemento, sobre una parte de la totalidad, pueden llegar a modificar la dirección característica del objeto.

Por lo tanto, la dirección característica de un objeto está asociada sólo a él; modificando el resto de factores, que no atienden al propio objeto, como el punto de vista del observador o el plano horizontal de soporte, no se logrará modificarla. Es una referencia interna del propio objeto.

La variación de la dirección característica se puede realizar desde los supuestos de proporción o desde otras reglas de transformación como, por ejemplo, la rotación. En la imagen (fig. 14) se aprecia cómo un cambio de proporciones rotando el eje característico modifica la apariencia del objeto, y transforma también su forma estructural.

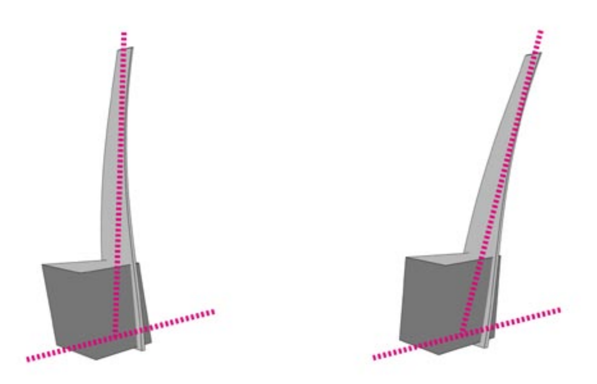


Fig. 14. Variación de la dirección característica mediante el empleo de la rotación en el conjunto de los elementos de la composición.

10. El escalado y la proporción son, como se ha dicho, propiedades visuales y también herramientas para la transformación de los elementos de diseño.

En el segundo caso, entre las lógicas de relación direccional se encuentra aquella que atiende como referencia al campo visual, y no sólo al objeto. Se trata de la orientación. La orientación depende del objeto y de los factores intrínsecos del espacio, como ya se han dicho, el plano horizontal de soporte y la verticalidad. Se establecen relaciones que atienden a aspectos de ubicación y de presentación, pero también de equilibrio y desequilibrio, o al ya comentado concepto de inercia visual, es decir, de cierta tendencia al movimiento.

Al modificar la orientación, no se modifica la dirección característica del objeto, ni su forma estructural, únicamente se regula la relación del objeto con la horizontalidad del plano base de soporte y con la verticalidad. En este sentido conviene comparar el paralelismo entre el enfoque de proporción y escala, por un lado, y el de dirección característica y orientación, por otro lado, en cuanto a ópticas que atienden, bien al objeto concreto en el caso de la proporción y la dirección característica, o bien, además, al contexto de éste como es el caso de la escala y de la orientación.

En la imagen (fig. 15) se presentan bancos idénticos con posiciones y orientaciones diferentes en el espacio: un grupo de cuatro al fondo y otro, en primer plano, tumbado. Todos ellos presentan las mismas direcciones características, y la misma estructura formal. La diferencia entre todos ellos se centra en la lógica direccional de la orientación, la cual no varía la forma del objeto, pero sí la propiedad visual de la «inercia visual» al extender sus relaciones al campo visual y éste estar condicionado por la horizontalidad y la verticalidad. En este caso, el plano de horizonte, el del suelo, y las sombras proyectadas sobre él sirven como referencia de sus respectivas posiciones y direcciones sobre el espacio, es decir, sobre sus distintas orientaciones.

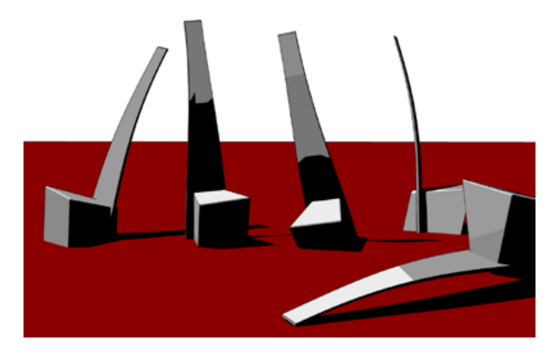


Fig. 15. Variaciones de la orientación en elementos con la misma dirección característica.

1.5.2. Las lógicas de manipulación. Principios generadores de la forma

El segundo tipo de lógicas propuestas hacen referencia a los instrumentos que ayudan a manipular los elementos fundamentales de diseño y por ende las composiciones formales que configuran los objetos. Éstos son, entre otros:

- La operación aditiva.
- La operación sustractiva.
- La operación de intersección.
- La estela del desplazamiento.
- La estela del giro.
- La repetición. Modulación.
- La división.
- El escalado y proporcionado (éstas, además, son dos propiedades visuales de los elementos).
- La simetría o reflexión (ésta es además una lógica de organización).

Algunos autores, como el maestro procedente de la escuela de Ulm, Gui Bonsiepe, se centran en las operaciones algebraicas para proponer un método de creación controlada de la forma y así dotar de herramientas al proyectista en la fase de conceptualización del diseño, en lo que hace referencia a la creación de variantes. Estas operaciones son la traslación, rotación, reflexión y dilatación (escalado) (Bonsiepe, 1978: 163). En un ámbito más estrictamente matemático las denominadas transformaciones ortogonales en el espacio euclidiano tridimensional (rotación alrededor de un eje, simetría especular y la simetría rotacional), y las isometrías o movimientos rígidos sirven de base para la creación de figuras con base geométrica, de tal manera que toda isometría es, al fin, una transformación ortogonal, o bien una traslación compuesta con una transformación ortogonal. En este caso las isometrías se dividen en la traslación; traslación y simetría especular; traslación y rotación axial; y traslación y simetría rotacional (Alsina y Trillas, 1992: 132-142).

Aquí estas operaciones se han extendido, a modo de lógicas, a algunas más esenciales como la adición, sustracción, intersección y/o división. Ya que se entiende que éstas también pueden ser útiles al propósito de generar alternativas formales sobre cualquier caso de diseño de producto.

Estas lógicas de transformación se traducen, por ejemplo, en los sistemas CAD con órdenes o comandos concretos y variados que asisten al diseñador a la hora de la creación de los objetos bajo medios informáticos, pero siempre a partir de cualquiera de los elementos fundamentales de diseño propuestos. La edición, en cualquier caso, de estos comandos en un sistema CAD podría entenderse como la herramienta que permite la especulación, es decir, la variación y control, ensayo y error (modelo especulativo) de cualquier proceso generativo de formas, incluida la transformación de la forma estructural de éste.

a) Operación aditiva/sustractiva

Órdenes como por ejemplo la resta booleana, cortar o recortar se asocian claramente a las lógicas de transformación de la operación sustractiva, mientras que órdenes como copiar o la propia unión boolenana se asocian más bien a la lógica de la operación aditiva (fig. 16).

Todas las lógicas presentan un amplio abanico de posibilidades que sirven de instrumental al diseñador para crear, variar y controlar la forma según el propósito de diseño.

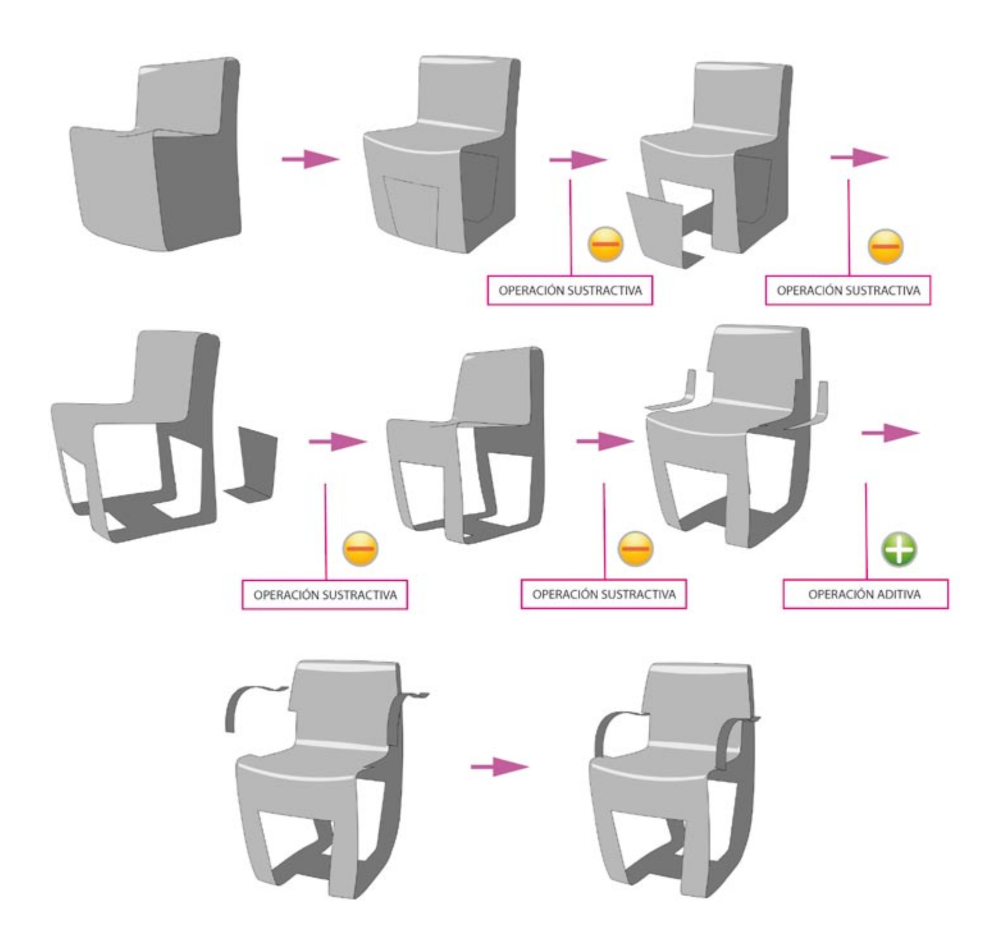


Fig. 16. Posible secuencia de creación formal empleando operaciones de sustracción y adición.

b) La operación de intersección

La operación de intersección también puede ser útil a la hora del proceso de búsqueda/encuentro formal de un diseño. La parte común de los elementos intersecados presenta atributos de las partes, aunque su configuración formal suele percibirse desligada de éstas… independiente. En el ejemplo (fig. 17) se puede apreciar la intersección de elementos planos, el resultado es un armazón lineal que al cerrarlo se convierte en una superficie. El proceso de cerramiento da pie a dos soluciones en función de la superficie base.

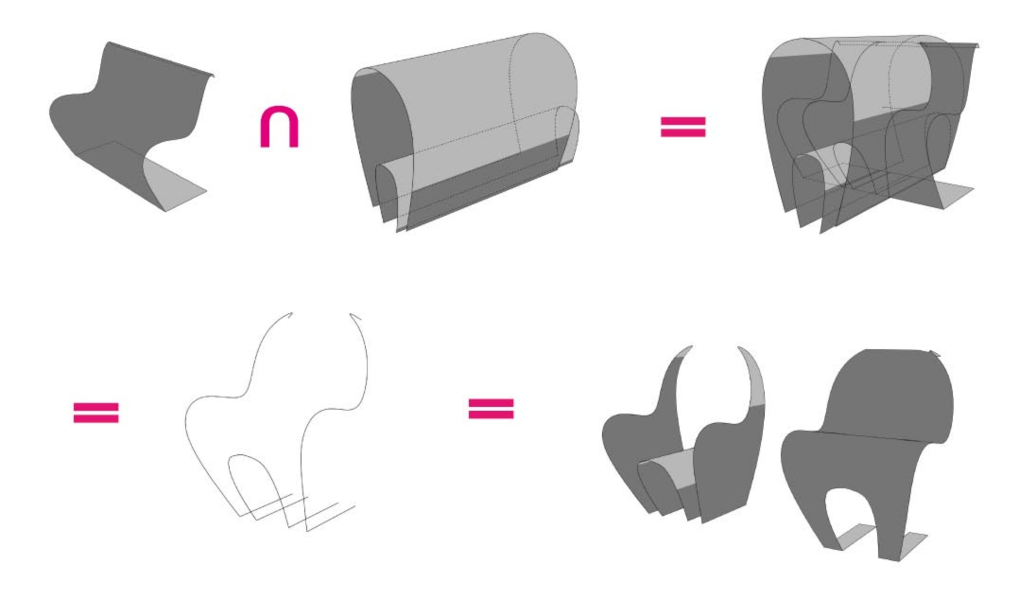


Fig. 17. Ejemplo del uso de la intersección en la creación de un producto durante la fase conceptual de diseño.

c) La estela del giro y el desplazamiento

El giro o rotación y el desplazamiento son sendos mecanismos de manipulación que no afectan a la estructura formal cuando ésta es aplicada a la totalidad del objeto, aunque si se emplean en partes concretas ayuda, como se ha visto en ejemplos anteriores, a transformar la estructura del objeto e incluso a variar su dirección característica. Mediante el giro y el desplazamiento, empleados con los elementos básicos de diseño, se pueden generar nuevas formas que van, por así decirlo, subiendo de jerarquía: la estela del desplazamiento o giro de un punto conforma una línea; la estela de una línea girada o desplazada conforma una superficie, un cuerpo abierto; mientras que la estela dejada por una superficie después de emplear la rotación o el desplazamiento genera un cuerpo cerrado (fig. 18 y 19). La torsión podría ser un caso particular de estas operaciones. La revolución respecto a un eje o centro desplazando un perfil de manera continua genera un cuerpo sólido cuya naturaleza parte de la combinación del desplazamiento y el giro. Las operaciones de plegado o curvado también podrían entenderse como lógicas de manipulación de la familia de la rotación o el giro.

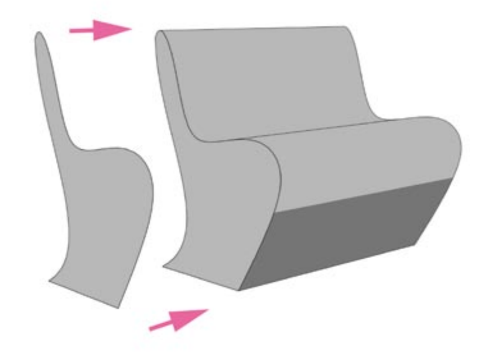


Fig. 18. Estela de la operación de desplazamiento de una superficie para generar un volumen. Comúnmente denominada en el lenguaje CAD como operación de extrusión.

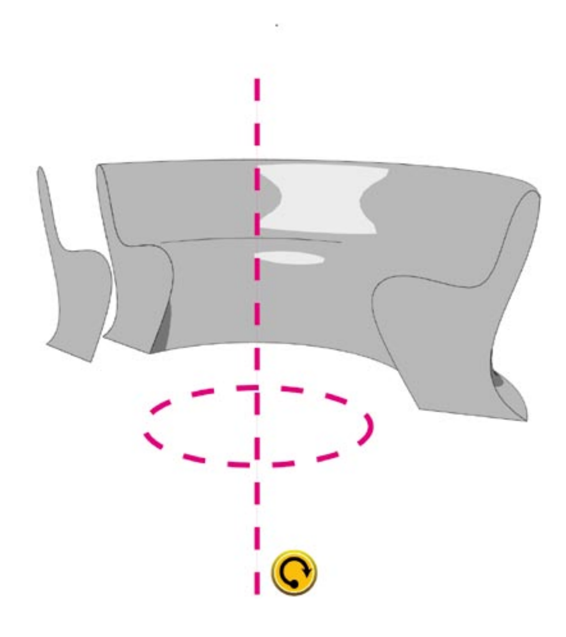


Fig. 19. Operación de giro de un contorno determinado para generar un elemento de descanso. Revolución a través de un eje.

d) La repetición. El módulo

La repetición, además, se asocia con el concepto de modulación pues se puede trabajar a partir de entender los elementos repetidos como unidades modulares. Al mismo tiempo, la repetición podría entenderse como un caso particular de la operación aditiva; repetir es multiplicar.

> Cuando un diseño ha sido compuesto por una cantidad de formas, las idénticas o similares entre sí son «formas unitarias» o «módulos» que aparecen más de una vez en el diseño (Ching, 1991: 19).

Mediante repetición se pueden configurar composiciones espaciales de aspecto unitario y regular. Se puede llegar a formar texturas. La repetición atiende, tanto a las propiedades visuales como a la estructura del espacio. Es decir, el concepto de repetición se extiende más allá de la versión más común, la repetición de formas. En este sentido, se puede entender que el elemento singular que se repite, el módulo, lo puede hacer, no sólo desde la forma, sino además desde el color o la textura, desde las relaciones dimensionales; desde la orientación y, por último, desde las relaciones que se establecen con la dirección característica del objeto. Si a todos estos ingredientes, se añaden las múltiples variaciones posibles que pueden complementar el proceso, se encuentra un amplio campo de estudio abierto a la imaginación del diseñador (Ching, 1991: 19-35).

La repetición además de estar presente constantemente en nuestra vida cotidiana, e incluso en la música, es un mecanismo adecuado para configurar composiciones con «ritmo visual» y «movimiento», conceptos cualitativos de los que se hablará posteriormente.

La composición modular de la imagen (fig. 20) muestra una repetición formal y de color con variación de tamaño y con cierto ritmo visual. Se genera una organización lineal que, por la repetición, desplazamiento y variación de la escala de los módulos, produce sensación de movimiento. Para conocer más sobre el diseño modular aplicado al diseño de productos y al desarrollo de modelos físicos, véase la obra de Navarro (2009: 28-39).

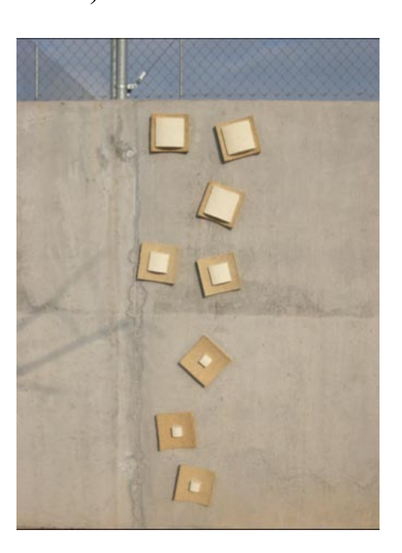


Fig. 20. Repetición modular con variaciones de color y proporción generando ritmo visual. Realizado por estudiantes de ITDI.

e) La división

La división representa el fenómeno complementario a la repetición. Mediante la repetición se articulan distintos elementos en el espacio de tal manera que una unidad modular genera una composición mayor. Mediante la división una unidad puede subdividirse en unidades más pequeñas… en submódulos para, por ejemplo, articularlos en el espacio con mayor riqueza que la unidad inicial (fig. 21).

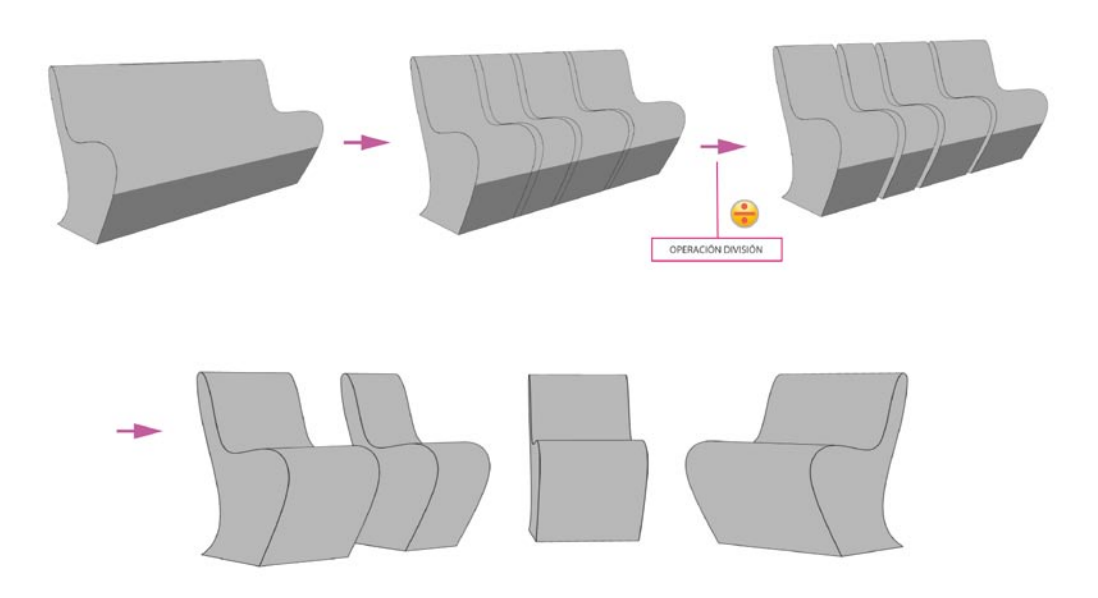


Fig. 21. Operación de división para fragmentar en módulos más pequeños un elemento de descanso.

f) La proporción y el escalado

La proporción y el escalado son, además de parte constituyente de las propiedades visuales, dos instrumentos de las lógicas de transformación utilizadas como mecanismos de variación formal en el mundo del diseño (fig. 11).

g) La simetría

Por último, la reflexión respecto a un plano, eje, o un punto nuclear puede considerarse también una lógica de manipulación en tanto que genera una parte similar, repetida, pero con una relación de similitud característica y diferenciada de la simple repetición. El uso de la simetría puede generar formas mayores a partir de las unidades más pequeñas, creando un sugerente y amplio abanico de posibilidades creativas (fig. 22).

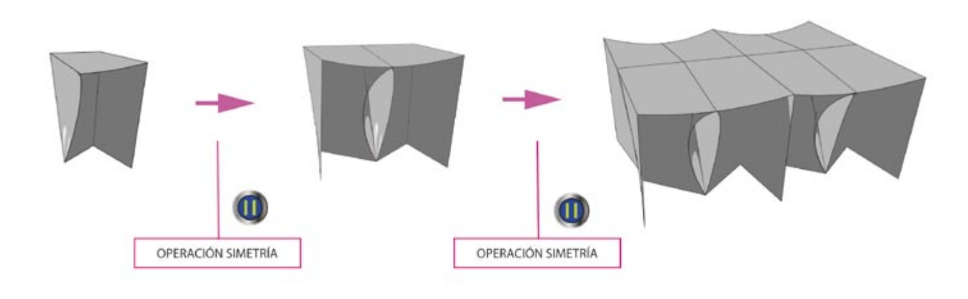


Fig. 22. Uso de varias operaciones de simetría para generar un cuerpo mayor, tipo elemento de descanso.

1.5.3. Las lógicas de organización

La tercera de las lógicas que se establecen en la propuesta de sistematización del proceso formal de diseño es la que se asocia con la organización de los elementos de diseño dentro del espacio, y muy habitualmente con la repetición modular. Es lo que Ching denomina organizaciones espaciales (Ching, 1996: 189-226). Éstas son muy útiles, por ejemplo, en el ámbito de la arquitectura, ya que ayudan a ordenar y disponer los distintos espacios y volumetrías. También cabe destacar los sistemas conseguidos bajo este tipo de organizaciones con la geometría fractal, la cual sirve de inspiración al diseño arquitectónico. En este sentido el concepto de patrón (*pattern*) aborda el relleno de un plano mediante repetición de elementos, éste se distingue del concepto de trama, el cual se asocia a la subdivisión de éste y sirve, entre otros aspectos, como referencia básico-geométrica para generar formas (Vvaa, 2003: 170-173).

Dentro de las lógicas de organización se suele hablar de diversas tipologías:

- La organización nuclear (central o radial).
- La organización lineal.
- La organización agrupada.
- La organización en trama.
- La organización mediante simetría.

Todas estas tipologías están vinculadas al concepto de repetición anteriormente visto en las lógicas de manipulación. Debido a la variedad y a la especificidad del tema, la repetición merece, como en este caso, un punto aparte. Así, modulando las unidades repetidas en cualquier conjunto de diseño bajo diferentes criterios se obtienen una serie de organizaciones con un carácter u otro. En cualquier caso, conviene distinguir la diferencia conceptual existente entre las lógicas de manipulación, las cuales son útiles, como se ha visto, en la creación organizada y sistemática, y las lógicas de organización, las cuales distribuyen los elementos repetidos organizándolos bajo criterios lógicos.

a) Organizaciones nucleares

En primer lugar, se habla de organizaciones nucleares, es decir, de organizaciones en la que se destaca un centro dominante sobre el que se agrupan las unidades espaciales, los cuerpos o los propios elementos de diseño (fig. 23). Éstas abarcan en arquitectura las organizaciones centrales y las radiales. Se relacionan estrechamente con la lógica de la rotación, aunque la organización central puede establecerse por otros instrumentos ajenos al giro o la rotación. La simetría respecto un centro es un tipo particular de organización nuclear. Una organización nuclear puede tener un carácter no regido por principios geométricos, como es el caso de una organización nuclear orgánica, la que se suele dar, por ejemplo, en las distribuciones de edificios en ciertas ciudades medievales con entornos amurallados; en el centro de estas ciudades suelen estar las construcciones que simbolizan el poder político y religioso, y el mercado, el resto de edificaciones dentro del recinto amurallado, sin embargo, se organizan sin orden aparente alrededor de este centro simbólico.

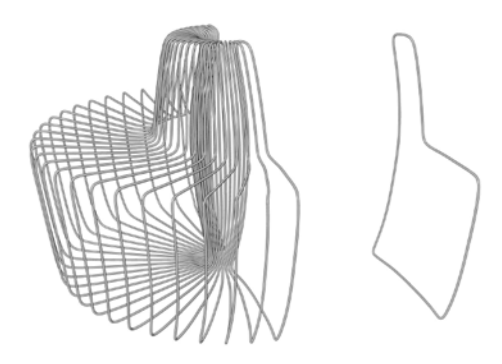


Fig. 23. Ejemplo de organización radial aplicada a un elemento lineal repetido en todas sus propiedades visuales. La revolución configura una primera propuesta de elemento de descanso a partir de un perfil característico.

b) Organizaciones lineales

En segundo lugar, se distinguen las organizaciones lineales. Éstas agrupan los distintos elementos bajo una secuencia lineal de elementos repetidos. Es decir, se repiten elementos a lo largo de un recorrido con una forma determinada (curvo, recto, quebrado, etc.). Se asocian estrechamente a la lógica de manipulación que aquí denominamos la estela del desplazamiento (fig. 24).

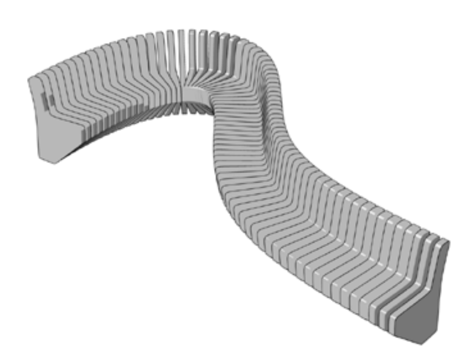


Fig. 24. Ejemplo de organización lineal aplicada a una serie de elementos planos.
La repetición, en este caso, no presenta variaciones formales, los elementos modulares planos son similares.
La repetición, continuando una línea sinuosa, configura una posible propuesta de elemento de descanso.

c) Organizaciones agrupadas

En tercer lugar, se encuentran las organizaciones agrupadas. Éstas basan su hilo conductor en las relaciones de proximidad, o en las propiedades visuales. Un criterio para agrupar ordenadamente elementos repetidos en el espacio es atender a su similitud formal, de color, de tamaño o de textura; otro, a su proximidad en términos de distancia. Este tipo de organizaciones guardan una estrecha relación con los fenómenos estudiados por la teoría psicológica de la Gestalt, concretamente con los principios de agrupación por semejanza (propiedades visuales) o proximidad (distancia). Estas maneras de agrupar no siempre se definen con claridad, en cualquier caso siempre se tenderá a percibir la composición según el principio de la simplicidad, es decir, de la manera más simple posible.

En la imagen se muestra un ejemplo de agrupación por colores (fig. 25). Las unidades formales parecen distribuirse según franjas de distintos colores en la dirección horizontal. Ahora bien, la estructura de agrupación por proximidad también tiene sentido en esta imagen, ya que se puede apreciar la agrupación de las mismas unidades según una distribución de tres columnas de bancos: una central doble y dos en los extremos izquierdo y derecho.

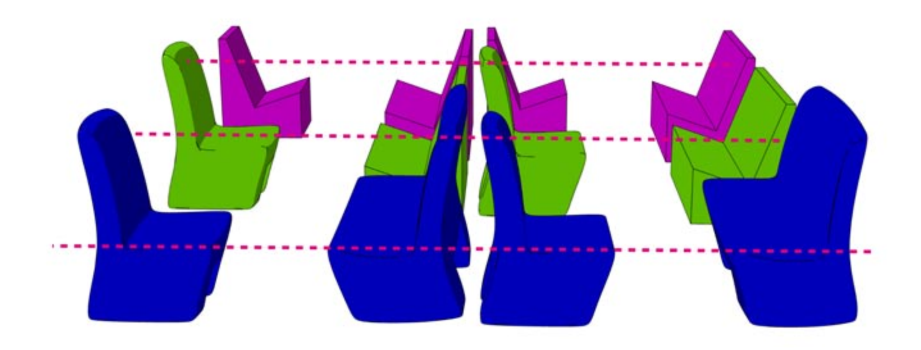


Fig. 25. Agrupación por colores.

En la siguiente imagen se muestra un tipo de agrupación nuclear por formas (fig. 26). Los bancos compuestos con elementos lineales y planos se distribuyen junto con los bancos compuestos con carácter sólido. Ambos casos pueden percibirse asociados a dos grupos según su aspecto formal; los elementos con cuerpos sólidos se presentan, según el punto de vista, en los extremos, y se diferencian de los compuestos con cuerpos abiertos, formándose así dos grupos diferenciados distribuidos, todos ellos, bajo una organización de tipo nuclear.

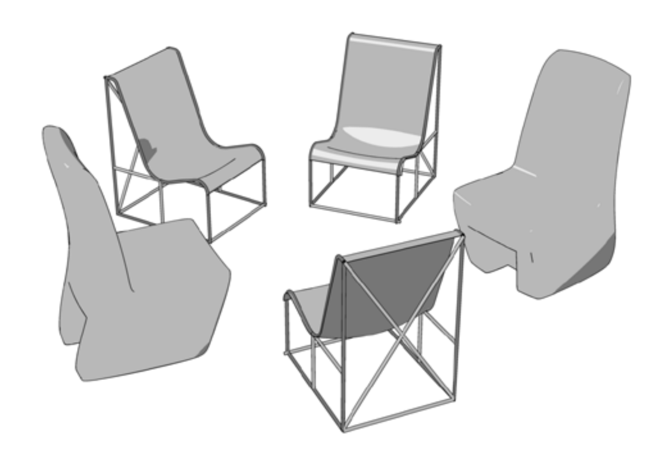


Fig. 26. Ejemplo de agrupación nuclear por formas.

En otro tipo de agrupaciones, como el de la imagen (fig. 27), se aprecian tres grupos de tres elementos de descanso organizados por proximidad y formando columnas verticales. La primera columna a la izquierda y la tercera a la derecha se componen de tres elementos, la columna central, más ancha, de seis. Si se relaciona con el ejemplo anterior (fig. 25), se aprecia que la homogeneización del color deshace la posibilidad de percibir la organización del conjunto bajo una estructura de semejanza en color. En el caso anterior los distintos elementos se distribuían a partir de líneas conceptuales transversales al punto de vista, y en éste, mediante líneas conceptuales longitudinales.

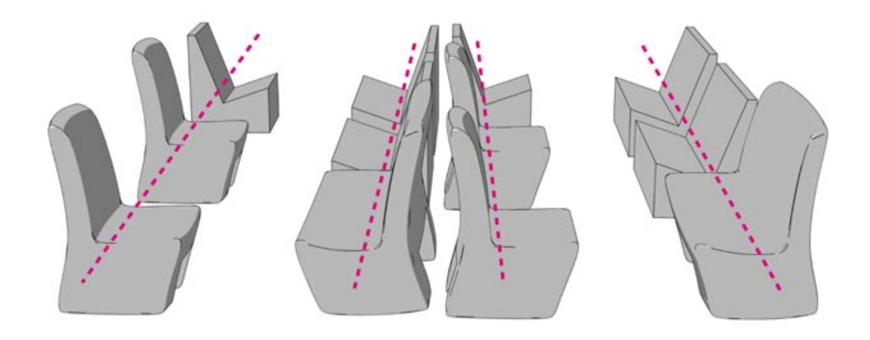


Fig. 27. Agrupaciones por proximidad.

En la siguiente organización de productos se establecen dos grupos principales, los bancos grandes en un extremo y los bancos pequeños en otro. La agrupación, por lo tanto, se realiza mediante tamaños similares, bajo una estructura espontánea (fig. 28).

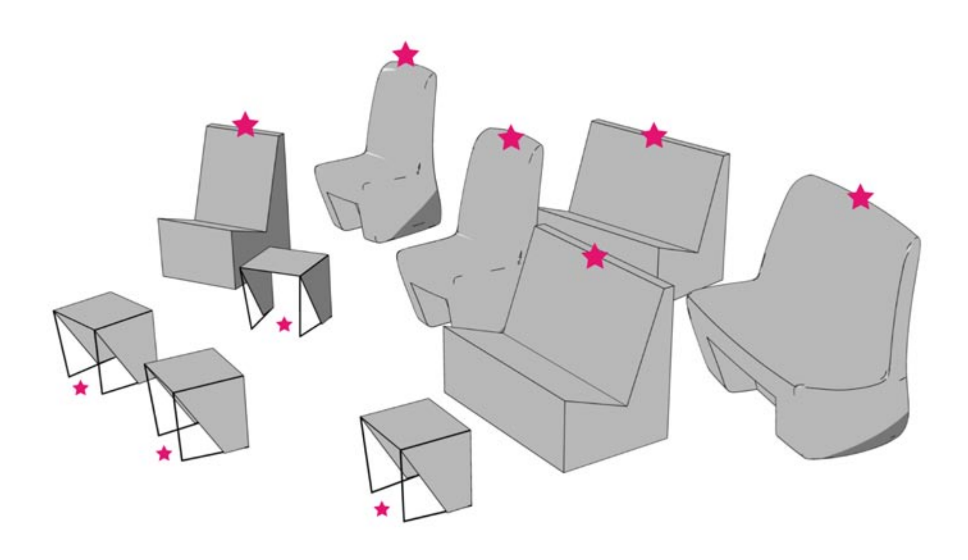


Fig. 28. Agrupación por similitud o afinidad en tamaños.

d) Organización en trama

Otra tipología de organización es la que establece relaciones entre una trama estructural bidimensional o tridimensional con objetos que se repiten (fig. 29). En el campo de la arquitectura y el urbanismo este tipo de agrupaciones cobran una especial importancia. En el ámbito del diseño de productos se puede observar el resultado a partir de los ejemplos de los elementos volumétricos repetidos que conforman celosías o en la configuración de la mayoría de las estanterías, las cuales conforman subdivisiones modulares en sus diferentes compartimentos.

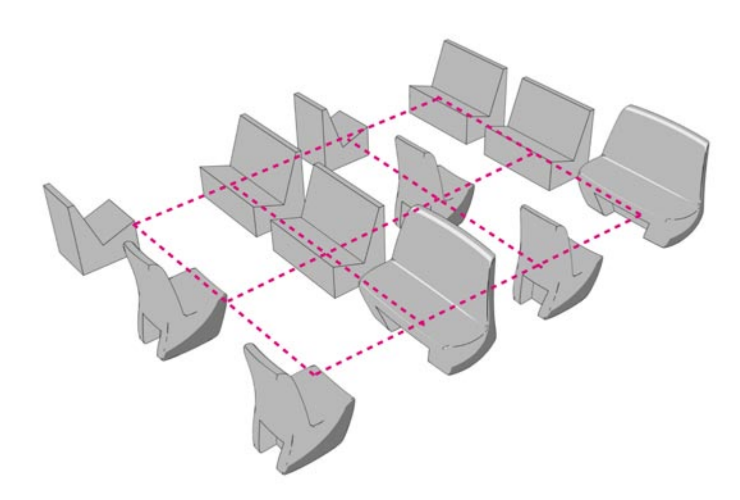


Fig. 29. Agrupación en retícula. Se aprecia la organización de los elementos ordenados según una retícula invisible, pero percibida mentalmente, que genera pasillos. Por otro lado, la agrupación se podría entender desde la perspectiva de la ley de la proximidad, ya que se sigue percibiendo tres filas de bancos, una central doble, como en el ejemplo anterior (fig. 27).

e) Organización mediante el uso de la simetría

Por último, conviene citar otro mecanismo de distribución de elementos, espacios y objetos. Se trata de la simetría axial o en relación a un plano, cuyos resultados son por naturaleza equilibrados. Como aprecia Tejeda este modo de organización se encuentra latente en nuestra naturaleza:

> La simetría, que es un modo de igual organización de la forma a lado y lado de un eje o un plano, es propia de muchos seres vivos y nos abre un interesante campo de experimentación morfológica […]. La simetría ordena y logra hacer aceptable la forma más irregular, ya que implica cohesión (Tejeda, 2006: 244).

Así, con este fenómeno se duplica la forma mediante una reflexión que va incluso más allá de un eje o un plano, también es posible circunscribirla en un punto central. Por lo tanto, la simetría es:

> La distribución y organización equilibradas de formas y espacios equivalentes en lados opuestos de una recta o plano de separación, o respecto un centro o un eje (Ching, 1991: 321).

En la imagen (fig. 30) se aprecia la reflexión en relación a un eje central. La agrupación por simetría también sirve para ordenar los elementos repetidos. Por otro lado, también se aprecia una diferenciación de colores que toma cierta importancia y que podría derivar en percibir la composición mediante la ley de agrupación por similitud de colores. Ahora bien, la estructura de la simetría, en este caso, es más consistente que la segunda, la de la agrupación por colores.

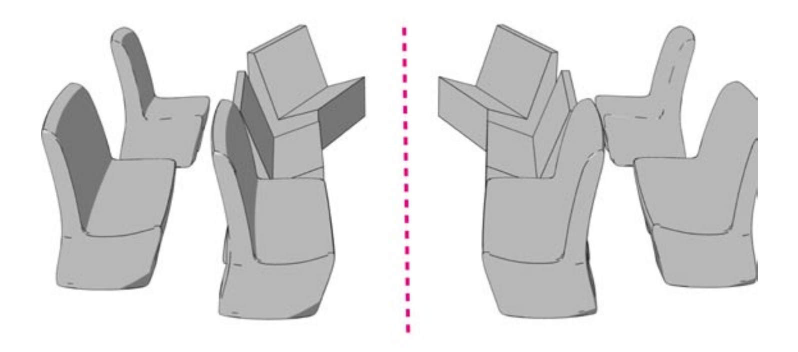


Fig. 30. Agrupación por simetría.

Cabe hablar, por último, de que este tipo de organizaciones son especialmente perceptibles desde una vista de pájaro o en planta. Otros puntos de vista pueden ocultar la claridad de la organización. Aún así, este fenómeno, no desmerece la posibilidad de empleo de este tipo de lógicas de organización en el espacio, las cuales sirven, entre otras cosas, para ordenar bajo principios generativos concretos las partes de un elemento o el producto repetido, como se ha podido apreciar en las imágenes expuestas en este apartado.

1.6. Ejercicios

1) Comparación analítica del uso de elementos de diseño en un ámbito determinado del objeto industrial.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Reconocer, analizar y comparar objetos generados a partir de configuraciones formales basadas en cuerpos abiertos y cuerpos cerrados.

PROPUESTA y DESCRIPCIÓN

A partir de la selección de un determinado tipo de producto industrial (estantería, lámpara, mesa, papelera, electrodoméstico, etc.) realiza:

1º Una búsqueda de imágenes en Internet con ejemplos que muestren la utilización de elementos lineales, planos y sólidos dentro de la misma tipología de producto seleccionada.

2º Selecciona, primero, tres imágenes características que muestren claramente el uso de elementos únicamente lineales (1); únicamente planos (2); y únicamente sólidos (3) para resolver la forma final de un producto. Segundo, selecciona una sola imagen que muestre el uso combinado de cualquiera de los tres elementos (4).

3º Realiza un breve análisis crítico personal, máximo 500 palabras, en el que pongas de manifiesto la aplicación de los elementos de diseño a otros campos del diseño de producto más allá de la tipología seleccionada. Por ejemplo, enfrenta la aplicabilidad en los productos electrodomésticos en relación a la tipología seleccionada.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Memoria en formato A4, impresa en papel y encuadernada, que contenga, el nombre del alumno; la fecha; las 4 imágenes seleccionadas y correspondientemente numeradas; y el texto, 500 palabras aproximadamente, con la comparación analítica, y, 500 palabras con el análisis crítico personal.

EVALUACIÓN

La evaluación debe tener en cuenta tanto los contenidos (90%) como la presentación (10%).

En relación a los contenidos se debe atender a la adecuación de las imágenes seleccionadas, es decir, al carácter de cada una de las 3 primeras imágenes seleccionadas (1), (2), (3): productos diseñados únicamente con elementos lineales, productos diseñados únicamente con elementos planos y productos diseñados únicamente con elementos sólidos. Se penalizará las situaciones ambiguas o poco claras. En la imagen (4), sin embargo, se debe valorar que el producto seleccionado combine distintos tipos de elementos.

La evaluación del análisis crítico debe atender a la estructuración, claridad, coherencia y objetividad de los contenidos expuestos.

La evaluación de la presentación debe atender a la adecuación al formato propuesto y a una adecuada maquetación.

Valoración de cada apartado: imagen (1), 15%; imagen (2), 15%; imagen (3), 15%; imagen (4), 15%; análisis crítico, 30%; presentación, 10%.

2) A partir de una forma estructural dada, realiza variaciones formales en función del uso de los elementos de diseño y tipologías de cuerpos (abiertos, cerrados).

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Reconocer y analizar objetos generados a partir de configuraciones formales basadas en cuerpos abiertos y cuerpos cerrados.

- Rediseñar objetos con cuerpos cerrados y/o cuerpos abiertos. Generar soluciones formales a partir del uso de elementos sólidos, planos y lineales.
- Modelar a modo de bocetado rápido intuitivo con técnicas CAD.

PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN

1º Búsqueda de imágenes en Internet de elementos de descanso realizados por diseñadores de prestigio. Se proponen los siguientes autores: Marc Newson, Philippe Starck, Ron Arad, Ross Lovegrove, Verner Panton y El Último Grito.
2º Una vez seleccionado un elemento de descanso de uno de estos autores se trata de modelar aproximadamente el objeto en tres dimensiones con un programa CAD.
3º Por último, trata de modificar el cuerpo del objeto empleando elementos de diseño diferentes a los originales.

Por ejemplo, en el caso de la silla Panton (1967), de Verner Panton, se trata de un cuerpo abierto que se encuentra solucionado a partir de un elemento plano conformado en forma de «S». Esta misma configuración formal puede trabajarse con elementos lineales, lineales-planos, sólidos, sólidos-planos, sólidos-lineales, etc. El resultado de la modificación debe ser un volumen similar al original pero con el empleo de otros elementos de diseño.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Memoria en formato A4, impresa en papel y encuadernada, que contenga, el nombre del alumno; la fecha; la imagen seleccionada de los autores propuestos y, a modo de pie de foto, el nombre del autor, título del diseño y fecha de realización. En un segundo apartado, se debe presentar el rediseño realizado en perspectiva, así como en sus proyecciones diédricas de planta, alzado y perfil.

EVALUACIÓN

La evaluación debe tener en cuenta tanto los contenidos (90%) como la presentación (10%).

En relación a los contenidos se debe valorar la complejidad formal del elemento seleccionado, así como la correspondencia con los autores propuestos; también su correcto modelado, fijando la atención en que la copia realizada con técnicas CAD sea fidedigna a la original, atendiendo a la correspondencia de proporciones. Además, en relación al rediseño realizado, éste debe presentar una similar estructura formal, pero empleando elementos de diseño distintos a los originales.

La evaluación de la presentación debe atender a la adecuación al formato propuesto y a una adecuada maquetación.

Valoración de cada apartado: selección del elemento, 20%; correcto modelado del elemento en técnicas CAD, 30%; rediseño acorde con los objetivos propuestos, 50%.

1.7. Bibliografía de consulta

De la bibliografía expuesta cabe señalar, en este primer capítulo, el valor de la obra de Wong por su exposición sistemática de los aspectos fundamentales del diseño más allá de aplicaciones concretas en disciplinas; hecho, este último, que sí que se puede encontrar en la obra de Ching, enfocada al campo de la Arquitectura. También destacan, por ser joyas de la teoría del diseño, tanto la obra de Marcolli, *Teoría del campo*, como las de Bonsiepe y Löbach, referencias clásicas de la escuela alemana de Ulm. En un ámbito revisado, más cercano y actual, el libro *Taller de expresión tridimensional* de Navarro e *Introducción al diseño* de López y Herrera resultan ser un buen material de consulta ya que contienen una concepción del diseño también tridimensional. La obra de Calduch conviene destacarla por su adecuada relación contenido-extensión en el campo de la disertación sobre la forma desde aspectos perceptivos y estrechamente relacionados con la obra del maestro Arnheim. Pero si se quiere consultar obras pioneras que cubren además aspectos filosóficos y artísticos existe literatura pertinente: a la obra ya citada de Kandinsky, se puede nombrar la de Christopher Alexander, Henri Focillon, Tomas Munro o la de Dondis.

Alexander, C. (1976): *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, 4ª ed., Buenos Aires, Ediciones Infinito.

Alsina y Trillas (1992): *Lecciones de Álgebra y Geometría. Curso para estudiantes de Arquitectura*, 6ª ed., Barcelona, Gustavo Gili.

Arnheim, R. (1995): *Arte y percepción visual*, Barcelona, Gustavo Gili.

Arnheim, R. (2001): *La forma visual de la arquitectura*, Barcelona, Gustavo Gili.

Bonsiepe, G. (1978): *Teoría y práctica del diseño industrial*, Barcelona, Gustavo Gili.

Calduch, J. (2001): *Forma y percepción*, Alicante, Editorial Club Universitario.

Ching, F. (2004): *Arquitectura. Forma, espacio y orden*, Barcelona, Gustavo Gili.

Dondis, D. A. (2000): *La sintaxis de la imagen*, 14ª ed., Barcelona, Gustavo Gili.

Fiedler, J. y P. Feirebend (2000): *Bauhaus,* Colonia, Könemann.

Focillon, H. (1943): *La vida de las formas*, Madrid, Xarait Ediciones.

Giannini, F. y M. Monti (2003): «Design intent-oriented modelling tools for aesthetic design», *Journal of wscg,* Vol. 11, Nº 1

Gómez- Senent, E. (1986): *Diseño Industrial*, Valencia, Servicio de Publicaciones upv.

Gual Almarcha, E. (2009): *Simbología del color, Cultura, tradiciones, tabues y mitos*, Castelló de la Plana, Gràfiques Vima.

Kandinsky, Wassily (1994): *Punto y línea sobre el plano*, 4ª ed., Barcelona, Editorial Labor.

Le Corbusier (2005): *El modulor*, Madrid, Apóstrofe.

Litwell, W.; K. Holden y J. Butler (2005): *Principios universales de diseño*, Barcelona, Blume.

Löbach, B. (1981): *Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales*, Barcelona, Gustavo Gili.

López Parejo, A. y C. Herrera Rivas (2008): *Introducción al diseño*, Málaga, Ediciones Vértica.
Lupton y Miller (1993): *El abc de la Bauhaus*, Barcelona, Gustavo Gili.
Marcolli, A. (1978): *Teoría del campo*, Curso de educación visual, Madrid, Xarait Ediciones.
Munro, T. (1962): *La forma de las artes: un panorama de morfología*, Buenos Aires, Ediciones 3.
Navarro Lizandra, J. L. (2009): *Taller de expresión tridimensional*, Castellón de la Plana, Servei de Comunicació i Publicacions Universitat Jaume I. Url: http://e-ujier.uji.es/pls/www/!gri_www.euji22142?p_id=218.
Podehl, G. (2002): «Terms and measures for styling properties», *Relation*, Vol. 10, Nº 1.39.
Vv. Aa, 2003. *Contribuciones a los sistemas de Diseño,* Tucumán, Ediciones Magna.
Weintraub, D. J. y E. L. Walker (1968): *Percepción. Temas básicos de psicología*, Alcoy, Editorial Marfil.
Wong, W. (1991): *Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional*, Barcelona, Gustavo Gili.
Wong, W. (1990): *Principios del diseño en color*, Barcelona, Gustavo Gili.

2. Aspectos subjetivos y perceptivos fundamentales en el diseño formal

Otro bloque que trata esta asignatura versa sobre algunos aspectos subjetivos del diseño, parte de ellos ya han sido tratados anteriormente como en el caso de la inercia visual, fenómeno asociado a la dinámica del objeto. Los proyectistas, en ocasiones, suelen emplear un lenguaje ambiguo para hablar de ciertos aspectos cualitativos que son difíciles de mesurar objetivamente, aún así existen estudios y técnicas que tratan de expresar esta vertiente tan especial del diseño. Un bloque de estos aspectos lo constituyen algunas leyes gestálticas sobre la psicología de las formas, algunas de las cuales también han sido tratadas con anterioridad, concretamente aquellas que hacen referencia a las lógicas de organización mediante agrupaciones por semejanza o proximidad.

Se habla de objetos orgánicos, pesados, estilizados, sugerentes, etc. Algunos de estos apelativos se expresan desde la óptica de la visualidad, las sensaciones y las emociones. La terminología empleada suele tener un carácter subjetivo, es decir, depende del sujeto y por lo tanto es personal. Aún así, no hay que olvidar que los sujetos formamos parte de un colectivo y que muchas de nuestras opiniones son compartidas por una agrupación de personas, y que, finalmente, los expertos terminan entendiéndose en su particular lenguaje.

La cuestión es tratar de encajar las palabras que empleamos, a veces sin mucha conciencia de su significado, dentro de un marco teórico un poco estable. Para ello se proponen una serie de conceptos que se derivan en su mayoría del análisis visual del objeto en función de los elementos de diseño empleados, los condicionantes estructurales del espacio tridimensional, las propiedades visuales y las lógicas propuestas del diseño formal.

2.1. Aspectos cualitativos de la composición formal

Algunos términos referentes al análisis de la composición formal de un objeto y que hacen referencia a aquello subjetivo son por ejemplo:

- El peso visual.
- Las composiciones estáticas *vs*. dinámicas: la inercia visual.
- Equilibrio.
- El ritmo.
- La tensión.
- El resultado orgánico o rectilíneo de la composición.

2.1.1. El peso visual

De esta manera, en primer lugar, se podría hablar de objetos con cierto peso visual, aquello que en el mundo anglosajón se denomina *visual weigh*. El peso visual se aprecia en composiciones que se caracterizan por ser corpóreas y con masa. Los cuerpos cerrados poseen normalmente esta cualidad, éstos llenan y ocupan el campo visual, mientras que los elementos lineales y planos, propios de los cuerpos abiertos, no son tan indicados para las composiciones que quieran expresar cierto peso visual, aunque mediante algunos recursos como la utilización de materiales transparentes o traslúcidos se puede llegar a realizar cuerpos cerrados y a la vez de apariencia ligera.

La línea, por ejemplo, es un elemento que expresa delgadez y poco peso visual, es decir, es visualmente ligera… grácil. Por lo tanto, mediante este elemento de diseño se puede llegar a configurar objetos poco pesados visualmente. Por el contrario, los elementos sólidos, como ya se ha comentado, suelen dar resultados con un alto peso visual.

El concepto de contorno y su relación con el campo visual es especialmente importante en este punto, el interior del contorno en los objetos con cierto peso visual será mayormente opaco, y en las composiciones con poco peso visual, sin embargo, se dan vacíos, huecos y discontinuidades que muestran la parte posterior al objeto del campo visual dando como resultado un apariencia de transparencia.

Otro concepto relacionado con el peso visual es la relación de claro/oscuro provocada por la incidencia de la luz sobre el cuerpo, ya que el gradiente entre luz y sombra es un indicativo de la corporeidad del objeto. Por último, también la escala puede provocar una mayor «presencia» de la composición formal, es decir, un mayor grado de ocupación del campo visual y, por lo tanto, una mayor significación del peso visual del objeto. También las variaciones de textura y color, sobre todo, en lo que hace referencia a los contrastes y diferentes densidades entre el objeto y el campo visual pueden hacer variar la mayor o menor apariencia de peso visual de un objeto en un contexto determinado.

En la imagen se aprecia una silla resuelta mediante elementos lineales, su apariencia es ligera (fig. 31). Se puede decir que presenta poco peso visual. En el interior de su contorno se dan huecos, o espacios libres de solidez, que permiten ver la parte posterior y que imprimen transparencia a la configuración formal. En la siguiente imagen (fig. 32) se puede comparar el mayor peso visual del elemento de descanso solucionado con un cuerpo cerrado.

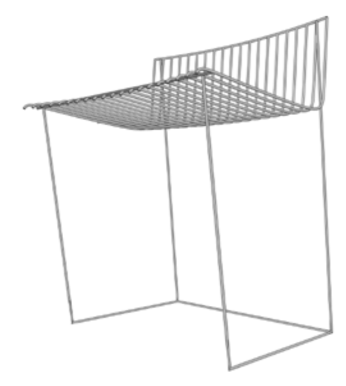


Fig. 31. Ejemplo de estructura formal ligera, gracias al empleo de elementos lineales.

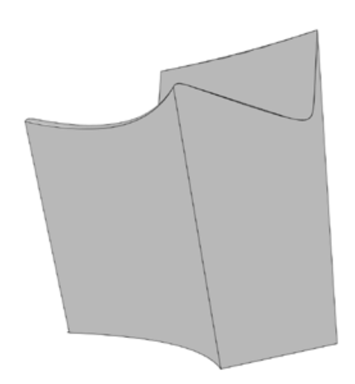


Fig. 32. Ejemplo de estructura formal visualmente pesada, gracias al empleo de cuerpos cerrados.

2.1.2. Composiciones estáticas *vs.* dinámicas: la inercia visual

Otro concepto cualitativo es la dinámica/estática de una composición formal en el espacio. La dinámica es un término que hace referencia al movimiento, evidentemente, el concepto de dinámica aquí trata de expresar, en cierto sentido, no el movimiento en sí, normalmente, los objetos no se mueven, ni tampoco se suelen mover las composiciones pictóricas o escultóricas, sino la sensación de posible movimiento, o movimiento en potencia, es decir, la tendencia al cambio de posición por parte de una composición que en la realidad física es inmóvil para el observador.

La dinámica de un objeto, así, depende en gran parte de la relación entre las lógicas direccionales. Si el objeto diseñado se configura a partir de elementos de diseño cuyas relaciones direccionales no «fuerzan» o entran en tensión con los condicionantes del espacio, es decir, con la verticalidad y la horizontalidad, posiblemente, se podrá hablar de un objeto estático. Esto quiere decir que la dirección característica de un objeto estático debe seguir la dirección bien de la gravedad, o bien de cualquiera de las múltiples direcciones del plano horizontal.[1] Es decir, en este tipo de objetos su orientación dentro del campo visual debe atender a los

1. Un recurso de garantía para crear una composición estática es estructurar u organizar la forma a partir de la simetría del eje vertical.

principios naturales del espacio, mientras que un objeto dinámico será aquel cuya dirección característica y orientación no continúan la realidad espacial tridimensional. En este último caso se introduce el término de oblicuidad como dirección que en referencia a la gravedad y al plano horizontal expresa mayor dinamismo y rompe la «estaticidad» compositiva.

Los objetos visualmente estáticos no poseen la cualidad de la inercia visual.

Las dos sillas de la imagen (fig. 33) presentan una única variación en relación a la forma, posición y dirección de sus patas. La oblicuidad introducida en la silla de la derecha supone un gesto que aumenta la apariencia dinámica de ésta. Además, la forma triangular (cuña), orientada hacia arriba, de sus patas, en el segundo caso, expresa una mayor fiabilidad estructural. La silla de la izquierda articula sus patas en el sentido de la gravedad y, por lo tanto, su apariencia es menos dinámica que la silla representada a la derecha.

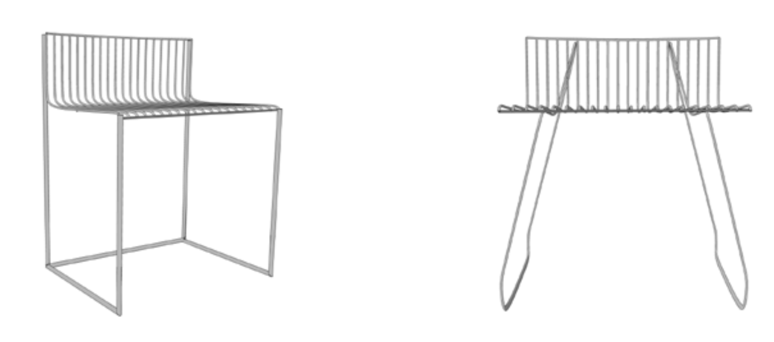


Fig. 33. Las variaciones de las patas asociadas a la verticalidad imprimen en la silla de la derecha un carácter más dinámico que su homónima de la izquierda.

2.1.3. Equilibrio

Relacionado con las propiedades visuales y con las lógicas de organización se puede hablar del equilibrio (Laurer y Pentak, 2007: 90-111). El equilibrio es el estado en el que se encuentra la composición si las partes que en ella participan se compensan mutuamente aparentando estabilidad. Éste se puede dar desde cualquiera de las propiedades visuales, se puede hablar, por ejemplo de equilibrio formal o de colores, pero también de equilibrio de tamaños; y también desde el concepto de organización de la repetición modular. Una de las maneras más comunes de encontrar el equilibrio es ordenar las partes de la composición formal según un eje de simetría, el cual genera una armonía bilateral entre las dos partes conectadas por el eje, aunque el equilibrio puede ser asimétrico si finalmente las partes se compensan mutuamente. Por otro lado, la cara contraria del estado de equilibrio, el desequilibrio, es un estado susceptible de generar tensión e inestabilidad, e incluso confusión (fig. 34).

Desde las composiciones repetidas también se puede expresar la sensación de movimiento a partir de las variaciones secuenciales en las unidades modulares tal y como se apreció cuando se trató la repetición modular dentro de las lógicas de organización.

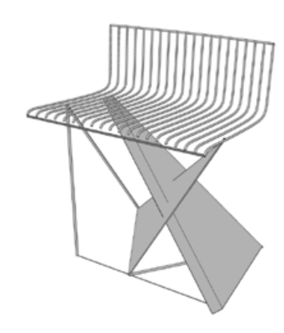


Fig. 34. Silla desequilibrada solucionada con el uso de elementos lineales.

2.1.4. Ritmo visual

El ritmo visual (fig. 35) es otro aspecto cualitativo que se asocia con las lógicas de organización. Cuando se organizan unidades repetidas se puede pensar en términos de ritmo, concepto ambiguo y, en ocasiones, difícil de diferenciar de la simple «repetición». El ritmo es fluidez; por ejemplo, «el baile no es un mera repetición de movimientos, es ritmo» (Beljon, 1990: 70). Es decir, la repetición mediante variaciones de las propiedades visuales puede llegar a generar patrones rítmicos que expresen cierta fluidez. Las organizaciones agrupadas son susceptibles de ser trabajadas atendiendo al concepto de ritmo.

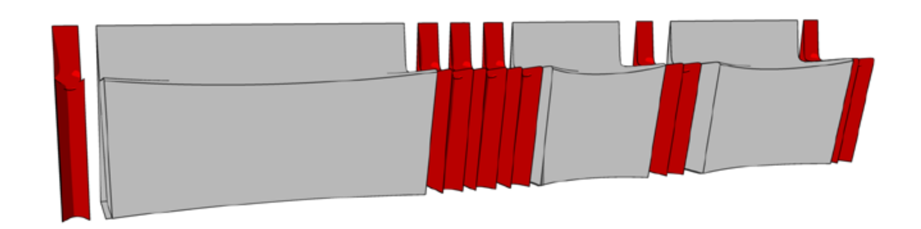


Fig. 35. La repetición de objetos o elementos de diseño, o propiedades visuales, puede llegar a expresar ritmo visual.

2.1.5. Tensión

Algunos de los conceptos que se han abordado con anterioridad pueden provocar tensión. En este sentido, la tensión es una transgresión de la norma, del patrón... de lo esperado, es un incumplimiento del sentido común, de la expectativa previa puesta en este caso, en una composición formal de un objeto. Es, en algún sentido, el efecto que se consigue cuando se rompe el silencio, o la monotonía. La tensión puede producirse, por ejemplo, desde una composición desequilibrada, rompiendo el ritmo descaradamente o proyectando un cuerpo con una alta inercia visual, es decir, generando un objeto dinámico. Sin embargo, un objeto en equilibrio, simétrico y estático, es decir, un objeto que se rige compositivamente por un orden claro en su

estructura y cuya dirección característica casa con la vertical de la gravedad, posee un carácter, por así decirlo, apaciguado, sosegado y, por lo tanto, distante de ser caracterizado como tenso.

2.1.6. El resultado orgánico o rectilíneo-anguloso de la composición

Otra de las cualidades que expresan las composiciones formales depende en gran parte de conceptos como la rectitud/planicidad o la curvatura/redondez. En el ámbito anglosajón se habla de *sharpness* y *softness*, *sharp* de afilado y *soft* de blando (Podehl, 2002: 4). En este sentido, las composiciones que emplean cuerpos con presencia predominante de elementos rectos, aristas y vértices presentan una apariencia en cierto modo «discontinua» y su estructura formal se percibe ciertamente rígida, dura y con puntos de inflexión, es decir, como con roturas. Mientras que las composiciones con presencia predominante de elementos visuales curvos… con formas redondeadas y cuyos encuentros se han solucionado con el empleo ordenado de las tangencias, en las que las aristas y los planos rectos no toman gran presencia, suelen tener un aspecto moldeable, plástico, continuo y, en cierto sentido, blando. Ambos aspectos se pueden emplear en función del propósito formal del diseño, y no son excluyentes entre sí, es decir, se pueden combinar en la creación de objetos con el fin de generar cierto contraste o variedad visual y compositiva.

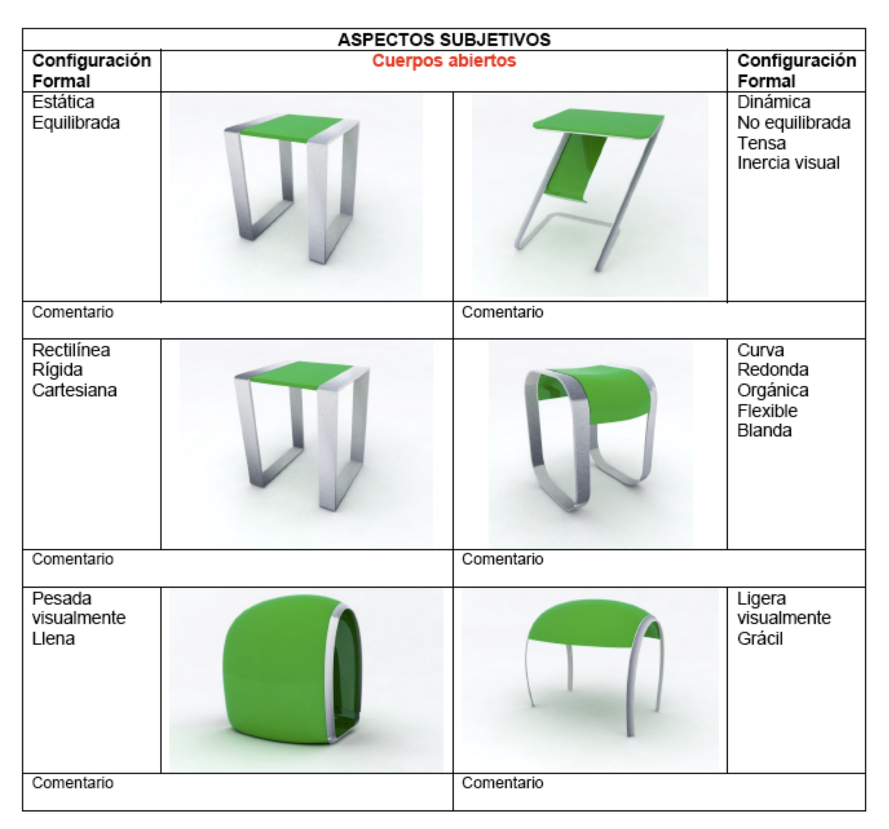
En la imagen (fig. 36) se expresan los dos sentidos cualitativos de redondez y rectitud. El elemento de descanso de la imagen de la izquierda se resuelve con un volumen curvo y aristas mitigadas por redondeos. Su forma es suave y de aspecto volumétrico continuo. En la imagen de la derecha la apariencia es diferente, el trabajo, en este caso, con elementos de carácter lineal rectos conforma límites en forma de aristas vivas, vértices y ángulos.





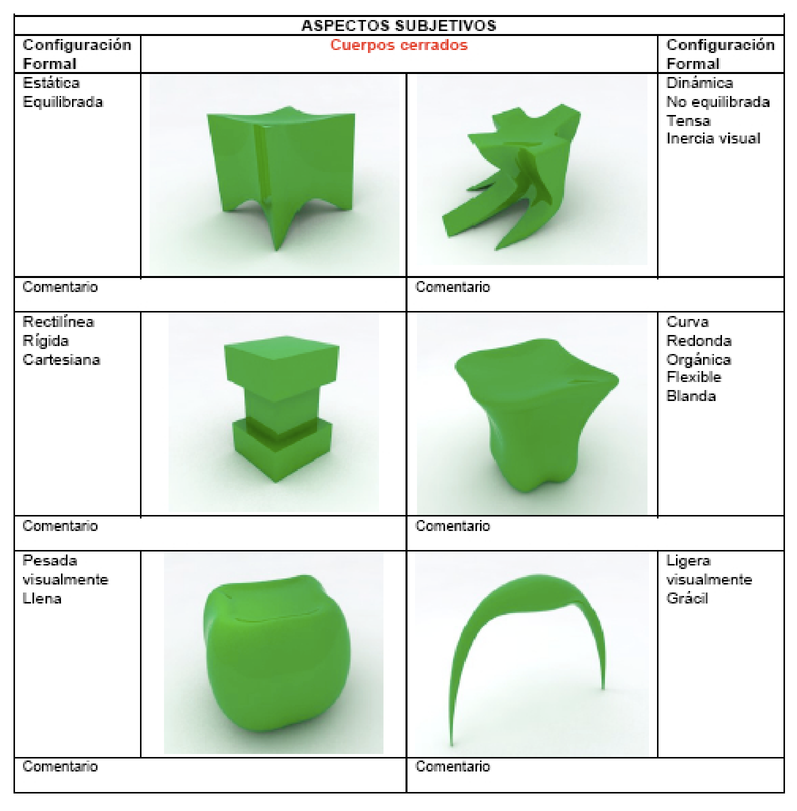
Fig. 36. La imagen de la izquierda presenta cierta apariencia orgánica, mientras que la imagen de la derecha presenta una apariencia caracterizada por la rectitud y por las relaciones de perpendicularidad de sus partes.

A modo de resumen, en las siguientes tablas se trata de ejemplificar visualmente los aspectos cualitativos de: dinámica/estática de un objeto; rectitud-angulosidad/redondez; y peso visual en cuerpos abiertos y cerrados. Se puede apreciar las posibilidades formales que expresan los contenidos subjetivos sobre configuraciones de productos (tabla 3 y tabla 4).



ASPECTOS SUBJETIVOS			
Configuración Formal	Cuerpos abiertos		Configuración Formal
Estática Equilibrada			Dinámica No equilibrada Tensa Inercia visual
Comentario		Comentario	
Rectilínea Rígida Cartesiana			Curva Redonda Orgánica Flexible Blanda
Comentario		Comentario	
Pesada visualmente Llena			Ligera visualmente Grácil
Comentario		Comentario	

Tabla 3. Tabla resumen con variaciones de elementos de descanso, realizados con cuerpos abiertos, que presta atención a algunos aspectos subjetivos. Corresponde a un ejercicio práctico de la asignatura realizado por el alumno Enrique Fernández García-Carpintero.



ASPECTOS SUBJETIVOS			
Configuración Formal	Cuerpos cerrados		Configuración Formal
Estática Equilibrada			Dinámica No equilibrada Tensa Inercia visual
Comentario		Comentario	
Rectilínea Rígida Cartesiana			Curva Redonda Orgánica Flexible Blanda
Comentario		Comentario	
Pesada visualmente Llena			Ligera visualmente Grácil
Comentario		Comentario	

Tabla 4. Tabla resumen con variaciones de elementos de descanso, realizados con cuerpos cerrados, que presta atención a algunos aspectos subjetivos. Corresponde a un ejercicio práctico de la asignatura realizado por el alumno Enrique Fernández García-Carpintero.

2.2. Aspectos de percepción formal (Latre 2000: 175-237)

Dentro de los aspectos subjetivos se encuentran aquellos que hacen referencia a la psicología de la percepción, concretamente, a las leyes gestálticas. En este sentido, se toman en consideración unas determinadas reglas de funcionamiento perceptivo común, normalmente aplicadas al campo bidimensional, pero que también tienen su expresión en el espacio tridimensional y en el diseño de productos. El conocimiento de estas leyes puede ser útil al proyectista a la hora de decidir sobre el aspecto final de la estructura formal de cualquier objeto, además de servir de base para el análisis formal.

Los principios gestálticos que hacen referencia a las agrupaciones de objetos o elementos han sido tratados con anterioridad en el apartado de lógicas de organización: la ley de agrupación por semejanza o proximidad.

Los principios de la Gestalt se expresan desde la complejidad de las partes en relación a la totalidad formal percibida y, entre otras cosas, nos dicen que el esquema percibido por el sujeto se entiende desde la totalidad más que desde la suma de las partes: «El todo es más que la suma de las partes». En el marco teórico, de estos estudios psicológicos, se diferencia entre la forma-figura y el fondo, y sus leyes están muy relacionadas con todas las propiedades visuales anteriormente citadas, recuérdese, que se definió dos tipos de estructura formal; la material, aquella que atiende únicamente a nuestro sentido de la vista como imagen sensitiva; y la perceptual, aquella que atiende a la imagen sensitiva y a una elaboración mental más compleja por parte del sujeto en relación al objeto observado.

La relación forma/figura-fondo tal vez sea, de todos los contenidos gestálticos, la más elemental. Las formas cerradas tienden a percibirse como formas y no como fondo, aunque, en este sentido, conviene ser cautos y aseverar que la forma no puede analizarse nunca exenta del fondo, ya que ambas son una misma unidad de la composición. En las tres dimensiones, es decir, en el espacio, al fondo se le viene a denominar campo visual. En 1921, Edgar Rubin enumeró siete características distintivas de este fenómeno que, aunque estudiado desde la perspectiva de la composición pictórica bidimensional, también tiene vigencia en la mayoría de los casos relativos al espacio (Weintraub y Walker, 1968: 19):

- Cuando dos campos tienen un límite común, es la figura la que parece que tiene forma y no el fondo.
- El fondo parece que se extiende detrás de la figura.
- La figura se presenta como un objeto (aunque tal vez sea una forma abstracta), el fondo, no.
- El color de la figura parece más sustancial y sólido que el del fondo.
- Se tiende a percibir el fondo como más lejano y la figura como más cercana al observador. Esta característica no suele tener validez en las composiciones en el espacio tridimensional.
- La figura domina e impresiona más y se suele recordar más fácilmente.

- El límite común entre la figura y el fondo se llama contorno, y el contorno se presenta como propiedad de la figura.

En la imagen (fig. 37), el cuerpo de la izquierda, disgregado en tres piezas, configura una forma inexistente, creada en el vacío; sin embargo, este vacío tiene más pregnancia estructural que la parte corpórea, así, paradójicamente, se lee como forma. En cualquier caso, esta situación tiende a producir tensión, al darse un hecho un tanto insólito y ambiguo, que el vacío cree figuras. El objeto de la derecha, por otro lado, no presenta esta ambigüedad, la forma del plano ondulado genera un perfil cerrado que difícilmente se confundirá con el fondo o campo visual. Este recurso plástico es conocido en el mundo de la arquitectura y, sobre todo, en la escultura reciente, grandes maestros como Henry Moore o Chillida crean volúmenes corpóreos con vacíos que penetran en las masas de sus obras para delimitar el espacio. Anteriormente, la propia escultura barroca, con Bernini como artista abanderado de este estilo, era profusa en generar volúmenes por los que penetraba la luz y se proyectaban sombras para expresar cierta sensación de dramatismo y tensión (Wittkower, 1997: 116-214).

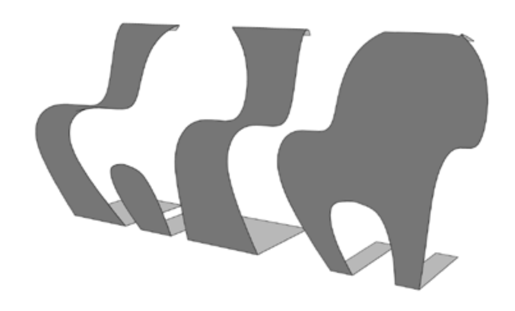


Fig. 37: Ejemplo de relación forma-fondo en objetos tridimensionales.

Pero la relación que se establece entre la figura y el fondo no es el único ingrediente elemental de la psicología Gestalt, existen otros contenidos de especial interés para comprender cómo se perciben las formas, como, por ejemplo, el principio denominado transposición, superposición o solapamiento el cual es un mecanismo o clave básica para percibir la profundidad en composiciones bidimensionales (Weintraub y Walker, 1967: 33-50); o el principio de la constancia o consistencia de la forma, mediante el cual tanto las formas como los colores de los objetos que percibimos mantienen unos atributos constantes que facilitan su comprensión visual (Weintraub y Walker, 1967: 51-89):

> La consistencia de la forma hace referencia a la experiencia de un objeto que mantiene una forma rígida aunque el estímulo proximal, la imagen retinal, cambie con el cambio de ángulo de visión (Weintraub y Walker, 1967: 58).

En la imagen (fig. 38) se aprecia un grupo de elementos de descanso distribuidos en el plano horizontal sobre una retícula cuadrada. La forma material, es decir, la impresión retiniana de esta composición indica que existen formas más grandes, las que están en primer plano, que otras, las que se encuentran al final. Además,

estas formas tienen un gradiente de tonos rojos en función del efecto de la iluminación y de las sombras que recaen sobre ellos. En cualquier caso, gracias al principio de la consistencia de forma y de color se reconoce que se trata de una misma forma y un mismo color, pero repetidos en diferentes ubicaciones de profundidad en el espacio e iluminados de distinta manera.

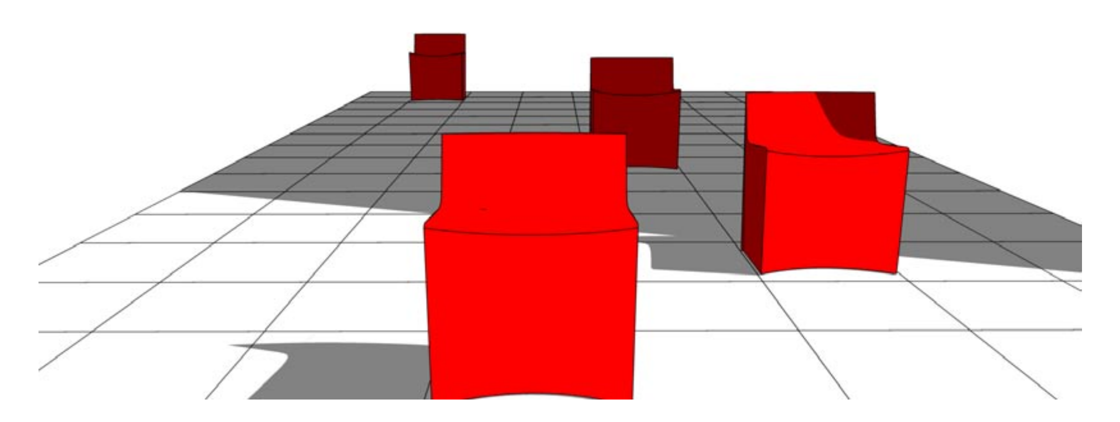


Fig. 38. Ejemplo del principio de la constancia de forma y color.

Nuestro sistema de percepción, por lo tanto, se ajusta a las condiciones cambiantes, tanto a la visión cónica, como a las condiciones lumínicas. Los fenómenos expuestos se comprenden mejor si se reconoce en ellos el principio de simplicidad.

2.2.1. Principio de simplicidad

En primer lugar, y en relación a los aspectos no tratados anteriormente sobre la teoría de la percepción, cabe hablar del principio de la simplicidad. Ésta viene a decir que cualquier forma tenderá a ser percibida según el esquema estimulador más sencillo posible dentro de las condiciones dadas. Nuestro sistema nervioso y perceptivo discrimina de entre todas las posibilidades de percepción posible para, finalmente, percibir aquella que resulta más fácil de comprender. Este principio básico de la teoría de la percepción de la forma da sentido, como se verá, a un gran grupo de leyes perceptivas.

2.2.2. Principio de la buena forma. Pregnanz

El principio de la buena forma (Pregnanz) nos dice que, en las mismas circunstancias, tendemos a percibir como unidad aquellos elementos que presentan cierto grado de simplicidad, simetría, regularidad y estabilidad. La estructura perceptiva se tenderá a apreciar como lo más definida posible. En este punto es importante subrayar los conceptos de simplicidad, orden, simetría, regularidad y estabilidad. Como dice Getano Kanizsa, hay que observar el resultado del conjunto en cuanto a su coherencia estructural y al carácter unitario de éste. En ese caso, las partes presentan una especie de «anclaje» entre ellas, «se requieren» recíprocamente, «están

asociadas» por alguna condición como, por ejemplo, poseer direcciones paralelas, compartir el centro, ser tangentes, ser perpendiculares, ser una continuidad de la otra. En definitiva, presentan cierto grado de pertenencia que las hace más consistentes en el conjunto (Kanizsa, 1986: 40). Para que las partes entre ellas se perciban, por parte del observador, como «asociadas» a alguna condición o atributo, aunque realmente no sea así, nuestro sistema perceptivo utiliza dos mecanismos. Uno primero, el de nivelación, que tiende a igualar las condiciones entre sí con el fin de eliminar posibles ambigüedades estructurales, como por ejemplo, dos líneas que parecen ambiguamente perpendiculares, pero que realmente no lo son, podrán ser percibidas finalmente como perpendiculares ya que este esquema es más simple y regular que percibirlas «casi perpendiculares». Ahora bien, existe también el mecanismo contrario, el de agudización, en este caso nuestro sistema perceptivo enfatiza las diferencias de la ambigüedad para percibir el esquema resultante de la manera más simple posible, por ejemplo, dos líneas que podrían ser paralelas, pero que el ángulo entre ellas muestra cierta convergencia, serán percibidas como convergentes, es decir, no paralelas, siempre y cuando el mecanismo de agudización enfatice la diferencia para percibir el esquema estimulador de la manera más simple posible, en este caso, el que las líneas sean convergentes.

Para un diseñador, conseguir la pregnancia de un objeto es garantizar la armonía formal de éste como unidad y entre sus partes. En pintura, escultura y arquitectura, para conseguir la pregnancia y, por lo tanto, la coherencia formal, se emplea, entre otros recursos, la lógica de la proporción. Detrás de muchas composiciones plásticas existe una geometría clara, o sutil y velada, que sirve de armazón a los elementos de diseño y que segmenta, y al mismo tiempo cohesiona, según una lógica concreta, el marco y el objeto compositivo. Así, la geometría ayuda a crear un orden y un principio generador que da sentido a la composición. La simetría puede emplearse como recurso para crear este orden, pero otros recursos como, por ejemplo, el empleo de tangencias, de direcciones paralelas y perpendiculares entre elementos pueden crear asociaciones que unifiquen éstos y los hagan más comprensibles. En este caso se trata de generar asociaciones, es decir, afinidades entre partes de la composición y en los elementos de diseño y sus propiedades visuales.

Existen, por lo tanto, otros recursos que pueden ayudar a tratar de impregnar de pregnancia el objeto proyectado. Como se ha podido apreciar, en primer lugar, si se utilizan las lógicas de organización y un buen trazado geométrico de esquema, se confiere a la composición un orden que, sin duda, ayuda a mejorar la coherencia formal del producto. Pero emplear un orden racional y claro no garantiza la coherencia formal ni mucho menos. En segundo lugar, para tratar de mejorar la pregnancia de un objeto, se pueden emplear relaciones de similitud entre partes, es decir, similitud según las propiedades visuales vistas; por ejemplo, similitud de forma (forma repetida, modulación), similitud de tamaño, o similitud de «piel», es decir, de color y textura. En el apartado posterior, en el que se trata la unidad *vs.* variedad encajaría también el concepto de Pregnanz como fenómeno que asegura la visión unificada de la estructura formal de un objeto (Bonsiepe, 1978: 160- 161).

2.2.3. Principio de la buena continuidad

El principio de la buena continuidad habla de la continuidad entre elementos de diseño y equidad en sus propiedades visuales. El ingrediente más característico para analizar la continuidad, normalmente, es la forma estructural, pero el concepto de continuidad, como se verá, responde a cualquiera de los elementos de diseño y sus expresiones visuales. Igual que en los casos anteriores, este principio facilita la comprensión del fenómeno, por parte del sujeto, de la manera más simple posible. Así, las partes de una forma se percibirán como continuas si éste es el esquema más sencillo para percibir la totalidad. En la imagen (fig. 39) se aprecia un banco configurado por dos partes separadas, el elemento asiento-respaldo y los dos reposabrazos. A pesar del cambio de color, los reposabrazos se perciben integrados en el conjunto por compartir atributos formales como cierto paralelismo con la superficie del asiento, que en las superficies laterales comparten el plano conceptual y, además, cierta continuidad con el perfil del elemento-asiento-descanso. Se podría hablar de buena continuidad. Mientras en la siguiente imagen (fig. 40), la diferencia de orientación y de color de los dos reposabrazos respecto al elemento asiento-respaldo provoca que se perciban escasamente integrados en el conjunto de la forma. No existe, en este caso continuidad en los trazos del perfil del banco, efecto que finalmente provoca una percepción segregada de estos volúmenes y, además, las superficies no son siempre paralelas entre elementos. En el primer caso, se percibe cierta homogeneidad en la estructura formal, mientras que en el segundo se percibe claramente una situación de contraste entre volúmenes. En otra ilustración (fig. 41), también se muestra, de un modo exagerado, la importancia de la continuidad entre volúmenes para generar imágenes de producto coherentes. En este sentido, en la imagen de la derecha, a pesar de la variación de sus colores en los extremos, su volumetría se percibe continua; en cambio, en la imagen de la izquierda los distintos saltos de escala impiden una continuidad fluida de los distintos volúmenes, generándose una forma desarraigada con poca coherencia formal.

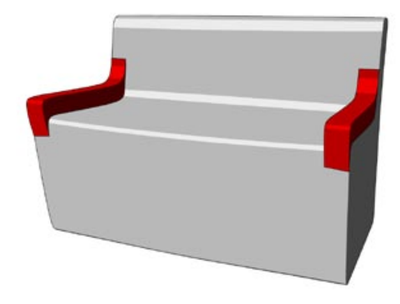


Fig. 39. Ejemplo de aplicación del principio de buena continuidad. Los dos volúmenes añadidos a la estructura de asiento-respaldo del sofá, correspondientes a los reposabrazos, se adaptan a la forma del sofá, a pesar de que presentan variación de color.

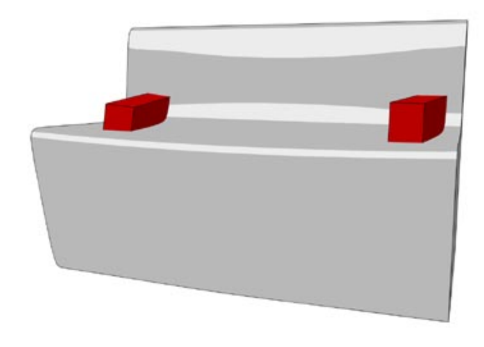


Fig. 40. Ejemplo de desafortunada aplicación del principio de buena continuidad. Los dos volúmenes añadidos a la estructura de asiento-respaldo del sofá, correspondientes a los reposabrazos, apenas se adaptan a la forma de éste, y se perciben como elementos añadidos pero sin continuidad y coherencia con la forma general del elemento asiento-respaldo.

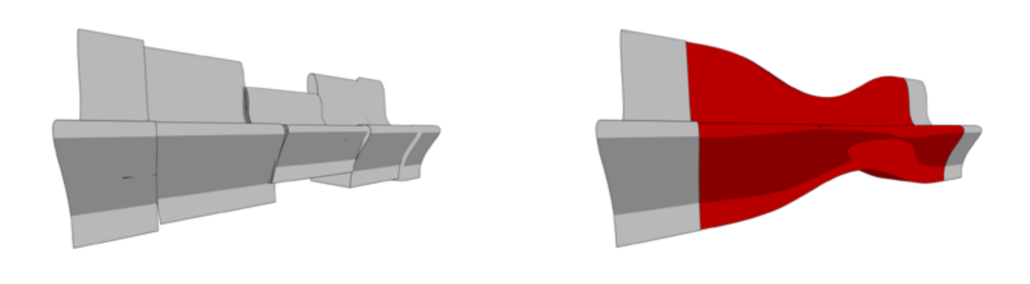


Fig. 41. Ejemplo exagerado de discontinuidad o continuidad en elementos de descanso.

2.2.4. Principio de cerramiento

Mediante este principio nuestro mecanismo perceptivo completa las formas inacabadas para cerrarlas, ya que las formas cerradas se suelen percibir más fácilmente como unitarias que las abiertas, tal y como se ha expuesto anteriormente al hablar de la relación entre forma y fondo o forma y campo visual.

Si se atiende a la percepción de la imagen siguiente (fig. 42) se aprecia el principo de cerramiento. La composición volumétrica configurada a partir de dos mitades simétricas muestra, justo en su mitad inferior, un cilindro, o un círculo en el primer plano, generado en el recorte de la figura con el fondo vacío. Aunque la forma del cilindro en este caso no exista, con mecanismos como el principio de simplicidad, se llega a percibir ésta con tanta presencia como la propia masa corpórea. Para comprender el porqué hay que analizar la figura teniendo presente el principio de cerramiento, el cual termina de configurar una forma que en la realidad práctica no aparece.

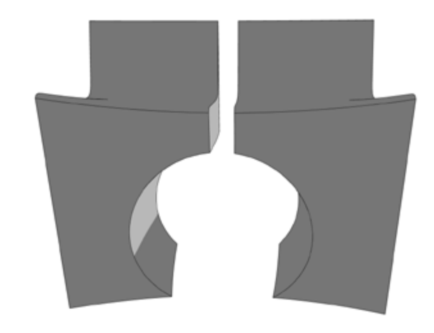


Fig. 42. Aplicación de la ley de cerramiento en un elemento de descanso.

2.3. Unidad *vs.* variedad

Como se ha apreciado en el punto anterior en relación a la percepción psicológica de los objetos, nuestra manera de percibir las formas, entre otros aspectos, tiende a unificar partes y agrupar rasgos con el fin de facilitar la comprensión del conjunto. Ahora bien, no hay que confundir este sistema de percepción con la preferencia hacia una u otra estructura formal del objeto. En ocasiones puede ser preferible no abusar de la unificación de las partes para añadir interés a la composición. Algunos objetos sugerentes son interesantes porque muestran cierto contraste que divide las partes o enfatiza algún punto concreto sobre la totalidad; otros, son interesantes porque el observador se aboca a reflexionar sobre la forma para tratar de terminar de comprenderla, generando posibles interrogantes, soluciones y expectativas, tal y como sucede en el cine cuando el final de una película queda abierto.

En este sentido, el ámbito de la preferencia estética es multicausal, y no depende únicamente del control de la forma desde la vertiente gestáltica, de las propiedades visuales, de las lógicas empleadas o de las cualidades subjetivas anteriormente explicadas. Otros factores, sin duda, condicionarán el aspecto bello, interesante, sugerente o no de un objeto. Es importante que el objeto se pueda leer y comprender, y para ello la semántica formal juega un papel fundamental. La lectura y comprensión de un objeto depende de diversos factores, las condiciones de observación, el grado de complejidad de la estructura formal, el propio observador, etc.

La unidad de la forma se relaciona con conceptos como la similitud y el equilibrio, y en otro sentido con la monotonía, mientras que la variedad se asocia con la diversidad y la diferenciación de las partes y genera tensión. La unidad es armonía y se puede analizar y trabajar, por ejemplo, desde la repetición regular, o desde la homogeneización de las propiedades visuales mediante el empleo de las lógicas del diseño formal. La variedad puede suponer «sorpresa» y puede trabajarse desde repeticiones no ordenadas bajo principios regulares rígidos, o bien desde el empleo también de las lógicas y las propiedades visuales. La variedad introduce contraste, enfatiza la diferencia de las partes y reduce el carácter monótono de la unidad. En cualquier caso, la preferencia por una modalidad o estilo en el diseño final u otra

dependerá del criterio del diseñador en su proceso de búsqueda/encuentro de la forma y/o de circunstancias ajenas. Ambas cualidades se deben barajar en la búsqueda del diseño formal y relacionarse, si cabe, con el propósito del diseño.

Aunque la unidad y la variedad puedan parecer términos incompatibles, realmente, pueden ser complementarios; por ejemplo, un objeto puede presentar rasgos formales unitarios, y al mismo tiempo, rasgos que diferencian las partes a nivel de la propiedad visual de la «piel», es decir, que la forma puede ser continua y a la vez presentar dos partes diferenciadas, por ejemplo, a partir de un color o una textura determinada (Lindbeck, 1995: 74-77).

El banco de la imagen (fig. 43) muestra variedad formal (de figura) y de colores. Las partes se diferencian y son discontinuas entre ellas. Es difícil percibir unitariamente esta composición. Se aprecia el contraste y la división... la variedad formal, gracias también al empleo de distintos tipos de cuerpos: abiertos y cerrados.

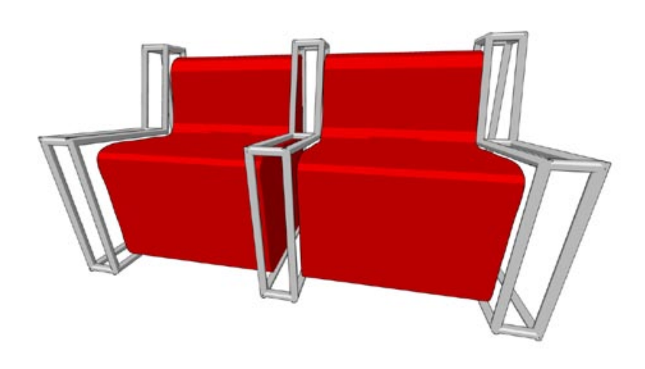


Fig. 43. Ejemplo de variedad formal y de colores.

En otros diseños como en el banco y la silla de la imagen (fig. 43), diseñados por los prestigiosos diseñadores Ross Lovegrove y Verner Panton, respectivamente, se muestran dos ejemplos paradigmáticos de unidad formal. A partir de, por un lado, un tratamiento unificado de color y, por otro, el uso de una volumetría fluida y orgánica, se perciben sendos elementos de descanso formalmente unificados. Destaca, además, el empleo de distintos tipos de cuerpos, en el primer caso cerrados, mientras que en el segundo, se trata de un cuerpo abierto. La visión unitaria o no de un objeto no depende, por lo tanto, de la característica, abierta o cerrada, de los cuerpos, sino de la continuidad y fluidez de los elementos que la componen.

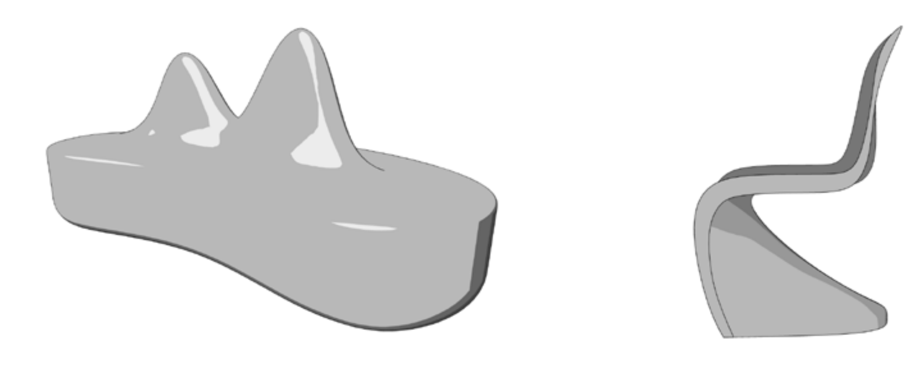


Fig. 44. Diseño unitario, a pesar de su compleja volumetría un tanto libre de atributos geométricos tales como aristas. En este caso, el color y el uso de las tangencias o continuidad entre superficies ejercen de elementos unificadores.

En otra imagen, como la de la figura (fig. 45), se observa que existe unidad formal entre el respaldo del asiento y sus patas, ya que, por ejemplo, emplean elementos lineales con las mismas propiedades visuales. Aunque la silla presenta variedad al introducirse en el respaldo un segundo elemento de carácter plano diferenciado por su color y textura, el elemento introducido continúa la forma.



Fig. 45. Ejemplo de combinación entre unidad formal y variedad en texturas.

Mediante la variedad, obviamente, se pueden generar alternativas de diseño desde el punto de vista de los aspectos subjetivos. Las siguientes imágenes muestran dos tipos de silla con similitudes formales. Una primera silla unificada desde el concepto de curvatura, los trazos de las formas empleadas son redondeados (fig. 46). La otra imagen muestra una estructura, en sus patas, de carácter rectilíneo y anguloso en contraste con el respaldo. Las dos versiones de silla presentan una unidad común en relación a los elementos de diseño y propiedades visuales empleados (lineales) y color compartido (fig. 47).



Fig. 46. Silla unificada a partir del uso de elementos lineales con predominio de trazos curvos.



Fig. 47. Silla unificada a partir del uso de elementos lineales con predominio de trazos rectilíneos y angulosos.

La unidad, por otro lado, también puede lograrse mediante un ejercicio de síntesis formal, es decir, de reducción de la complejidad de una forma dada… concebida previamente. Decía un proyectista, «el proceso de diseño consiste en muchas ocasiones en saber utilizar la goma de borrar y resistir la tentación de añadir elementos superfluos», es decir, diseñar es, en cierto modo, renunciar a añadir elementos innecesarios.

Bonsiepe habla de síntesis formal y la asocia a la coherencia formal. En este sentido:

> La coherencia formal se funda en el uso de elementos iguales o similares, geométricamente describibles, tanto en el caso de la coherencia intrafigural (interna) como en la coherencia interfigural (externa) de un grupo de productos, cada uno de cuyos elementos constituye un sistema (Bonsiepe, 1978: 160).

Este concepto es especialmente útil en la creación de sistemas de diseño o familias de productos, pues garantiza el uso de una serie de elementos que son comunes a toda la gama y que sirven, entre otras cosas, para generar el parentesco necesario para correlacionarse entre ellos. Este hecho se encuentra especialmente ligado al concepto de pregnancia gestáltica anteriormente tratado.

Así, Bonsiepe, va más allá, y habla de una teoría de la simetría, que estudia los fenómenos morfológicos, considerando una serie de condiciones (Bonsiepe, 1978: 160-161):

- Tienen que repetirse elementos capaces de constituir una configuración.
- Debe existir entre los elementos una relación de igualdad o semejanza.
- Debe darse un principio generativo que determina la posición preferencial de los elementos que constituyen el todo.

Resumiendo, el principio de simetría trata las condiciones de repetición, similitud y principio generativo, para generar, precisamente, esta relación de semejanza en un sistema, grupo o familia de productos. Bonsiepe, además, propone un método denominado Morfograma y basado en la taxonomía de la ciencia de la biología para generar variaciones con similitudes formales (Bonsiepe, 1978: 168).

Otros autores, como Löbach, para referirse a conceptos, como los aquí tratados, unidad/variedad, emplean los significantes orden/complejidad. Es especialmente interesante comprobar que esta visión sintetizada, unificada y ordenada del objeto trae como consecuencia, para la percepción del hombre, un bajo contenido informativo que, por un lado, puede prestar sensación de seguridad y control. Mientras que la complejidad formal de un producto, por otro lado, puede captar por más tiempo nuestra atención (Löbach, 1976: 165-167).

Al fin, detrás de esta gradación formal se entrevén las preferencias estéticas que no son objeto de discusión en este texto, aunque cabe señalar, como dice el propio Löbach, citando a Mukarovsky, al respecto de las preferencias estéticas del hombre, que:

> Supone este autor que la satisfacción estética surge cuando el hombre reconoce en el entorno objetual principios a los que está sujeto su propio cuerpo. Éste es ante todo el caso del sistema de relación horizontal-vertical. [...] la simetría, la imagen reflejada o la uniformidad [...] el ritmo o el movimiento (Löbach 1976: 165).

Todo lo que suponga una desviación de estos principios, es decir, el empleo de: diagonales, formas libres, asimetría, dinámica, desequilibrio, contraste, etc., supone un incremento de la complejidad (Löbach, 1976: 167), y por lo tanto de lo que aquí se denomina variedad que, por otro lado, puede llegar a generar tensión.

2.4. Ejercicios

1) Diseño de un asiento con respaldo: configuraciones formales abiertas. Solución mediante el uso de elementos lineales y planos con carácter dinámico y estático.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Resolver problemáticas comunes de diseño formal de modo unificado y sencillo: resolver de forma autónoma diferentes alternativas o soluciones de diseño para un producto.
- Diseñar objetos a partir de cuerpos abiertos.
- Modelar a modo de bocetado rápido intuitivo con técnicas CAD.
- Experimentar aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de formalización del producto.

PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN

Solucionar mediante el uso de cuerpos planos y cuerpos lineales, la integración de asiento y respaldo con el elemento o elementos estructurales que lo sustentan.

Se entiende que un elemento de descanso se puede dividir, fundamentalmente, en tres elementos básicos: la propia superficie de asiento, el respaldo y el/los elemento/s de soporte estructural de éstos. No se exige precisión, se entiende que el ejercicio es una aproximación, una búsqueda del diseño formal final.

Se deben presentar como mínimo dos tipologías de soluciones desde el punto de vista de la dinámica visual, aunque estas dos soluciones deben presentar similitudes formales, es decir deben aparentar pertenecer a una misma familia de productos:

A- Objeto con carácter estático.
B- Objeto con carácter dinámico.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Dos paneles en formato A4, impresos sobre soporte rígido, que contengan el nombre del alumno y la fecha de realización. En los paneles se deben insertar las imágenes de los productos diseñados en sus respectivos apartados. Ambas soluciones se deben presentar mediante vista en perspectiva, y sus correspondientes proyecciones diédricas de planta, alzado y perfil. Para la mejor presentación se puede observar un ejercicio realizado por un estudiante (fig. 48).

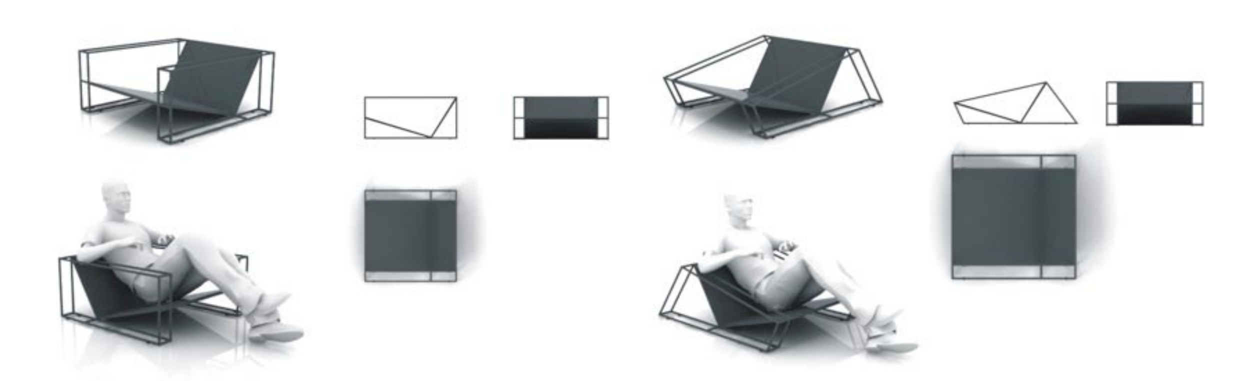


Fig. 48. Imágenes ejemplo de los apartados A y B. Diseño realizado por el estudiante Carlos Folch Clausell. Partiendo como base de un par de superficies planas, aunque inclinadas, que hacen las funciones de asiento y de respaldo, los soportes lineales que las sustentan poseen carácteres diferenciados a partir de la transgresión o no del patrón de la vertical. Los elementos lineales inclinados dotan al conjunto de una apariencia dinámica.

EVALUACIÓN

La evaluación debe tener en cuenta tanto los contenidos (90%) como la presentación (10%).

Se debe valorar que las soluciones propuestas representen los objetivos del ejercicio con claridad y sin ambigüedades, principalmente en el uso equilibrado y coherente de cuerpos lineales y planos, así como en el resultado de sus respectivos caracteres cualitativos. Se debe valorar la imagen unitaria, coherente y la sencillez (síntesis formal) de las soluciones adoptadas, así como el uso adecuado de las proporciones.

La evaluación de la presentación debe atender a la adecuación al formato propuesto y a una correcta maquetación, así como a la pulcritud e igualdad de condiciones entre las dos propuestas.

Valoración de cada apartado: apartado A, 45%; apartado B, 45%; presentación, 10%.

2) Diseño de asiento sin respaldo: configuraciones formales cerradas. Solución mediante el uso de elementos sólidos con carácter rectilíneo y orgánico.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Resolver problemáticas comunes de diseño formal de modo unificado y sencillo.
- Diseñar objetos a partir de cuerpos cerrados.
- Modelar a modo de bocetado rápido intuitivo con técnicas CAD.
- Experimentar aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de formalización del producto.

PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN

Se debe diseñar un elemento de descanso a partir únicamente del uso de elementos sólidos. No se exige precisión, se entiende que el ejercicio es una aproximación, una búsqueda del diseño formal final. La solución adoptada debe presentar superficie para el asiento y para el respaldo.

Se deben presentar como mínimo dos tipologías de soluciones:

A. Objeto con carácter rectilíneo (en inglés *sharpness*: afilado).
B. Objeto con carácter orgánico (en inglés *softness*: blando).

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Dos paneles en formato A4, impresos sobre soporte rígido, que contengan el nombre del alumno y la fecha de realización. En los paneles se deben insertar las imágenes de los productos diseñados en sus respectivos apartados. Ambas soluciones se deben presentar mediante vista en perspectiva y sus correspondientes proyecciones

diédricas de planta, alzado y perfil. Para la mejor comprensión se puede observar dos diseños realizados por estudiantes en los apartados A y B respectivamente (fig. 49 y fig. 50).



Fig. 49. Perspectiva correspondiente al ejercicio en su apartado A. Diseño realizado por el estudiante Javier J. Gascó Laborda. Se observa que el carácter rectilíneo (afilado) es compatible con cierto carácter dinámico y que la inclusión de huecos no resta presencia volumétrica al objeto, en este caso, eminentemente sólido y visualmente pesado.



Fig. 50. Perspectiva correspondiente al ejercicio en su apartado B. Diseño realizado por el estudiante Carlos García García. Se observa cierta fluidez en el objeto y una nula presencia de aristas vivas o vértices. Estos atributos, entre otros, dotan al objeto de un carácter orgánico.

EVALUACIÓN

La evaluación debe tener en cuenta tanto los contenidos (90%) como la presentación (10%).

Se debe valorar que las soluciones propuestas representen los objetivos del ejercicio con claridad y sin ambigüedades, principalmente en el uso equilibrado y coherente de cuerpos cerrados y sus respectivos caracteres cualitativos. Se debe valorar la imagen unitaria, coherente y la sencillez (síntesis formal) de las soluciones adoptadas, así como el uso adecuado de las proporciones.

La evaluación de la presentación debe atender a la adecuación al formato propuesto y a una correcta maquetación, así como a la pulcritud e igualdad de condiciones entre las dos propuestas.

Valoración de cada apartado: apartado A, 45%; apartado B, 45%; presentación, 10%.

3) Alternativas de diseño sobre elementos de descanso sin respaldo. Presentación virtual.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Resolver problemáticas comunes de diseño formal de modo unificado y sencillo: resolver de forma autónoma diferentes alternativas o soluciones de diseño para un producto.
- Diseñar, mediante técnicas CAD, objetos con cuerpos abiertos.
- Diseñar objetos, mediante técnicas CAD, con cuerpos cerrados.
- Modelar a modo de bocetado rápido intuitivo con técnicas CAD.
- Reconocer aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de formalización del producto.
- Resolver de forma autónoma diferentes alternativas o soluciones de diseño para un producto, a partir del modelado CAD y los conocimientos teóricos sobre sistematización en el diseño formal.

DESCRIPCIÓN Y PROPUESTA

A partir de los conceptos teóricos de la asignatura relativos a: por un lado, tipologías de cuerpos, y por otro lado, aspectos subjetivos y perceptivos en el diseño formal, se deben completar las dos tablas propuestas con elementos de descanso sin respaldo de autoría propia. Se trata de realizar bocetos rápidos 3D con herramientas CAD que cumplan las condiciones de configuración formal que se proponen en los recuadros vacíos. Se deben utilizar las mismas condiciones de color de la forma y de fondo en todas las imágenes insertadas.

Se deben completar dos apartados A y B:

A. Únicamente con cuerpos abiertos.
B. Únicamente con cuerpos cerrados.

Las tablas 3 y 4 pueden servir de guía.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Las tablas 5 y 6 completadas sobre formato de panel rígido (A4). Cada apartado debe presentarse en un único panel, utilizando ambas caras de éste.

ALTERNATIVAS DE DISEÑO			
ASPECTOS SUBJETIVOS			
Configuración Formal	APARTADO A. Cuerpos abiertos		Configuración Formal
Estática Equilibrada			Dinámica No equilibrada Tensa Inercia visual
Comentario		Comentario	
Rectilínea Rígida Cartesiana Afilada Angulosa			Curva Redonda Orgánica Flexible Blanda Fluida
Comentario		Comentario	
Pesada visualmente Llena			Ligera visualmente Grácil
Comentario		Comentario	

Tabla 5. Ejemplo de tabla-plantilla a completar en el apartado A, cuerpos abiertos.

ASPECTOS SUBJETIVOS			
Configuración Formal	APARTADO B. Cuerpos cerrados		Configuración Formal
Estática Equilibrada			Dinámica No equilibrada Tensa Inercia visual
Comentario		Comentario	
Rectilínea Rígida Cartesiana Afilada Angulosa			Curva Redonda Orgánica Flexible Blanda Fluida
Comentario		Comentario	
Pesada visualmente Llena			Ligera visualmente Grácil
Comentario		Comentario	

Tabla 6. Ejemplo de tabla-plantilla a completar en el apartado B, cuerpos cerrados.

EVALUACIÓN

Se debe valorar que las imágenes se adecuen claramente y sin ambigüedades a sus respectivos apartados y condiciones. Se debe valorar la adecuación en términos de similitud de condiciones y comparabilidad de todas las imágenes (mismo tamaño, fondo, color…), calidad de resolución. Se debe valorar el grado de originalidad y elaboración de las soluciones.

Valoración de cada apartado: apartado A, 50%; apartado B, 50%.

2.5. Bibliografía de consulta

En este capítulo cabe seguir destacando las obras, ya clásicas, de Löbach y Bonsiepe, por su relación directa con el campo de diseño de productos. Además, se debe remarcar especialmente la obra de Laurer y Pentak, por estar ésta actualizada y pertenecer al marco de la literatura internacional sobre diseño básico.

En relación a los aspectos intangibles y subjetivos del diseño, existen numerosas publicaciones dentro del ámbito del arte y de la arquitectura, entre ellas, es especialmente sugerente la obra de Beljon. Por otro lado, existe también un gran número de obras de psicología de la percepción que pueden ser útiles para el seguimiento de los conceptos aquí tratados, sin embargo, en nuestro caso, convenimos a destacar la obra de Kaniza, la de Weintraub y Walker y también la de Rock Irvin.

Calduch, J. (2001): *Forma y percepción*, Alicante, Editorial Club Universitario.

Beljon, J. J. (1993): *Gramática del arte*, Madrid, Celeste Ediciones.

Bonsiepe, G. (1978): *Teoría y práctica del diseño industrial*, Barcelona, Gustavo Gili.

Kaniza G. (1986): *Gramática de la visión*, Percepción y pensamiento, Barcelona, Paidós Ediciones.

Irvin, R. (1985): *La percepción*, Barcelona, Prensa Científica.

Laurer, D. y S. Pentak (2007): *Design Basics*, Boston, Thomson Higher Education.

Lindbeck J. (1995): *Product Design and Manufacture*, New Jersey, Prentice Hall.

Löbach, B. (1981): *Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales*, Barcelona, Gustavo Gili.

López Parejo, A. y C. Herrera Rivas (2008): *Introducción al diseño*, Málaga, Ediciones Vértica.

Podehl, G. (2002): «Terms and measures for styling properties», *Relation*, Vol. 10, Nº 1.39.

Tejeda, J. G. (2006): *Diccionario crítico del diseño*, Barcelona, Paidós.

Weintraub, D. J. y E. L. Walker (1968): *Percepción. Temas básicos de psicología*, Alcoy, Editorial Marfil.

Wittkower, R. (1997): *La escultura: procesos y principios*, Madrid, Alianza Editorial.

3. Fundamentos de las presentaciones virtuales

Las presentaciones virtuales, en toda su amplitud de tipologías, se han convertido en un instrumento básico para el diseñador, tanto como herramienta de presentación, como herramienta de definición de la idea durante la fase más crítica del proceso de diseño y desarrollo de productos, la fase de diseño conceptual.

Conviene incidir en que no hay que confundir, en este caso, el fin con los medios, ya que el máximo propósito del diseñador industrial es diseñar o rediseñar objetos, y el instrumental CAD infográfico y de modelado, en este sentido, facilita ciertas tareas que con otros medios, simplemente, serían largas, difíciles y engorrosas de realizar. Por otro lado, las herramientas CAD también pueden producir sensación de frustración, sobre todo, cuando se convierten en, más que una ayuda, una barrera a la creación. Por contra, los resultados, a veces inesperados de las operaciones que se realizan, durante el proceso de diseño, en el formato digital del CAD, en muchas ocasiones, son fuente de inspiración que abren y/o sugieren nuevos caminos en la búsqueda de la forma definitiva del objeto.

En este apartado se describirán los aspectos más relevantes a la hora de realizar una presentación virtual de un objeto, poniendo un énfasis especial en la configuración de los elementos a partir de entornos interiores, es decir, aquellos que se representan con mayor facilidad, y asiduidad, en la presentación de productos desde el ámbito de la fotografía publicitaria, aunque también se hace mención a las peculiaridades de las representaciones en exteriores.

Existen recursos de Internet, de carácter introductorio a la composición fotográfica, adecuados al propósito de esta asignatura, por ejemplo desde la propia enciclopedia Wikipedia (Wikipedia, 2010, en línea) o también desde profesionales que desgranan los trucos más elementales para realizar buenas fotografías (Fotonostra, 2004, en línea; Photoinf 2010, en línea).

3.1. Factores elementales de las representaciones virtuales

Los aspectos vistos hasta ahora de diseño fundamental pueden ser aplicados del mismo modo dentro de las presentaciones virtuales. Normalmente, mediante las aplicaciones CAD diseñadas para asistir al diseñador en las presentaciones de sus objetos, es decir, con los sistemas infográficos, se facilita la variación de las propiedades del color y la textura en relación a la luz. Por lo tanto, son una potente herramienta creativa.

Si se trata de sistematizar el proceso de representación virtual, se hace indispensable hablar de las partes fundamentales que lo componen. Éstas están muy relacionadas

con el ámbito de la fotografía publicitaria y, en general, con el mundo de la escenografía, en este sentido es pertinente citar algunos de los factores que afectan a cualquier presentación virtual:

- El estilo de representación.
- El tipo de objeto.
- El sistema de representación escogido.
- El punto de vista del observador en relación al objeto.
- Las condiciones de iluminación.
- El escenario.

3.1.1. Selección del estilo de representación

Presentar es un acto de comunicación. Existen diversos tipos de presentación virtual mediante técnicas CAD. Aunque el estilo más conocido es el fotorrealístico, otros lenguajes estilísticos se han desarrollado, en el mundo de la informática, obedeciendo a la variedad de propósitos que precisa cualquier presentación. Las imágenes tipo *cartoon* o *sketch* con resultados próximos a los dibujos clásicos o ilustraciones, realizadas mediante programas de renderizado, son un ejemplo.

En las imágenes siguientes (fig. 51) se puede apreciar la diferencia entre distintos motores o sistemas de renderizado y, también distintas condiciones de presentación, manteniendo constante el punto de vista de la cámara. La silla de la izquierda, y la de la derecha, se han realizado mediante un renderizador fotorrealístico avanzado, mientras que en la silla del centro, el render se ha llevado a cabo mediante un renderizador tipo *Cartoon*. Este último, ente otros aspectos, marca los contornos de la forma mediante líneas, lo cual clarifica el volumen; sin embargo, en la realidad estas líneas «de dibujo» no existen.

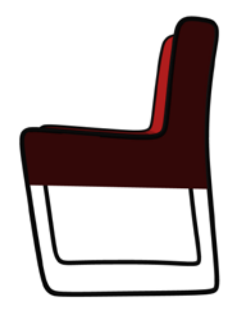




Fig. 51. Dos tipos de representación con niveles de realismo diferenciados al mismo producto.

Un alto grado de realismo no asegura una buena comunicación de la idea, ni una buena comprensión de la forma estructural del objeto. En ocasiones conviene disminuir la complejidad de la presentación con el fin de facilitar su entendimiento, aunque el resultado sea menos espectacular y realista. En muchas ocasiones presentar el objeto con el lenguaje propio del mundo de la ilustración puede ser un modo más adecuado que hacerlo desde postulados hiperrealistas. Las representaciones de objetos que, por ejemplo, aparecen en los manuales e instrucciones de

cualquier producto de consumo, suelen ser esquemáticos y sintéticos, ya que de esta manera se centran en su objetivo que es, ante todo, ser claros, y descriptivos; piénsese, por ejemplo, en unas instrucciones de montaje.

3.1.2. Tipología del objeto

La tipología del objeto a renderizar y el tipo de estilo requerido para conseguir una comunicación adecuada en la presentación supone una primera cuestión que resolver por parte del diseñador. Hay que tener en cuenta que en gran parte de las ocasiones el proyectista realiza fotografías virtuales de sus objetos que luego irán inseridas en otros formatos como, por ejemplo, un panel rígido o una presentación por diapositivas, o incluso en catálogo. En este sentido, el estilo y formato de la presentación final en función del objeto «retratado» pueden condicionar el tipo de representación virtual seleccionada. En cuanto al estilo, no es lo mismo renderizar un envase para detergente que una botella de perfume elitista. En cuanto al formato, aquí se tratará únicamente el alcance más próximo, el fotográfico virtual, ya que se entiende que el otro precisa de la posesión de conocimientos que no son objeto particular de esta asignatura, como, por ejemplo, el propio del diseño gráfico.

3.1.3. El sistema de representación

Entre las variables de este entramado de presentación se encuentra la relacionada con el sistema de representación: aquellos sistemas que permiten representar figuras en el espacio sobre un plano de dibujo mediante distintos tipos de proyecciones, es decir, proyectando las figuras sobre el plano en base a un procedimiento sistemático. Como se sabe, existen diversos modelos de representación de objetos tridimensionales en las dos dimensiones; desde, por ejemplo, el sistema diédrico y el axonométrico basado en proyecciones cilíndricas, hasta el sistema de representación cónico basado en líneas de proyecciones convergentes a puntos focales, denominado, este tipo de proyección, central o cónica. En cualquier caso, no es objeto de esta asignatura profundizar en los fundamentos de la geometría constructiva, sino más bien emplearla como un instrumento para canalizar las presentaciones virtuales en un sentido determinado.[1] Otros sistemas de representación que se expresan en la tridimensionalidad son la realización de modelos, maquetas y/o los prototipados rápidos, pero todos estos no son bidimensionales, ni tampoco virtuales.

La selección del sistema de representación supone el segundo de los aspectos a abordar por parte del proyectista en la preparación de su presentación. Los sistemas CAD permiten el cambio instantáneo de un modelo a otro. Del modelo axonométrico resultan representaciones que normalmente muestran más de una cara

1. Las escuelas técnicas poseen una larga tradición en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El estudiante debe conocer los fundamentos de estos sistemas de representación, entre otros, para mejorar su visión espacial y comprender el funcionamiento de las herramientas CAD. Una publicación recomendada para recordar los conceptos esenciales sobre sistemas de representación es la ya clásica obra de Fernando Izquierdo (1979).

del objeto, pueden ser muy informativas e ilustrativas, pero la realidad de nuestro sistema visual se acerca más a las representaciones cónicas, aquellas que, por ejemplo, se realizan mediante cámaras fotográficas. Por lo tanto, si el objetivo de la presentación virtual es expresar cierto realismo, el tipo ideal de representación es el cónico, en él se acentúa la profundidad espacial ilusoria. Si, por el contrario, se requiere una presentación clara, ilustrativa y comunicativa, el sistema axonométrico puede ser de gran interés.

En las imágenes del ejemplo (fig. 52) se aprecia la diferencia entre dos modelos de representación para el mismo grupo de objetos. En la imagen de la derecha se ha empleado el sistema de representación cónico, mientras que en la imagen de la izquierda se ha utilizado un sistema de representación axonométrico. Se pueden observar los matices diferenciales entre los dos modelos de representación.





Fig. 52. Dos modelos de representación diferentes para el mismo propósito de diseño.

3.1.4. El punto de vista del observador

En este sentido, cabe hablar de las propiedades del punto de vista, en nuestro caso, de la cámara, en relación al objeto, es decir, de la importancia de la selección de su posición a la hora de decidir sobre los factores compositivos y comunicativos de la presentación final. La posición de la cámara en relación al objeto debe atender a criterios comunicativos y estéticos al mismo tiempo. Se deben probar diversas alternativas de colocación hasta encontrar las posiciones más interesantes al objeto de la presentación. Los puntos de vista insólitos, aquellos menos usuales en nuestra realidad cotidiana, suelen aportar interés y originalidad a la composición final. Pero el punto de vista encierra tras de sí muchos otros factores que cabe analizar y que provienen, en su mayoría, del conocimiento adquirido en la disciplina de la pintura y la fotografía. Fundamentalmente, son los siguientes:

- La posición del punto de vista.
- Los aspectos relativos a la óptica.
- El sistema de representación de los sistemas CAD e infográficos.
- El propio encuadre.
- El enfoque.

Todos estos ítems se han de combinar en la búsqueda de una presentación eficaz y clara. Existen reglas de composición asumidas, como se ha comentado, a partir de la experiencia del arte de la pintura. Entre ellas está la división del marco compositivo en tercios para situar el objeto siguiendo un esquema que prioriza el equilibrio sin el empleo de la simetría (fig. 53). Como cita Hedgecoe:

> Las clásicas divisiones pictóricas del espacio son perfectamente válidas en fotografía. Si se divide la escena que se vaya a fotografiar en tercios tanto en sentido vertical como horizontal, el objeto situado en dichos tercios se convertirá en el punto principal de interés (Hedgecoe, 2001: 50).

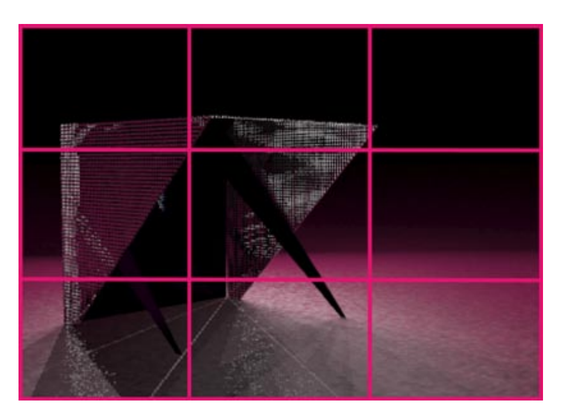


Fig. 53. Imagen con esquema de división por tercios. El objeto retratado ocupa los dos tercios de la izquierda.

a) Posición del punto de vista y ángulo de la toma

La posición del punto de vista supone uno de los factores sobre los que debe decidir el diseñador. En las imágenes del ejemplo (fig. 54) se muestran dos posiciones diferentes sobre los mismos objetos a retratar. Los aspectos comunicativos y compositivos varían notablemente. En la imagen de la izquierda, desde un punto de vista inferior al objeto, es decir, en contrapicado, se realza, compositivamente, la escala y la sensación de profundidad, y los contornos de las sillas contrastan con el fondo negro. Además, la presencia en primer plano de una de las sillas focaliza la atención de la composición creando una jerarquía visual entre la primera silla al frente y el resto detrás. En la imagen de la derecha no existe un gradiente tan acusado de tamaño como en el primer caso y, por lo tanto, no se realza tanto la sensación de profundidad, sin embargo, se aprecia mejor la distribución espacial sobre el plano horizontal de las tres sillas y la jerarquía entre ellas no es tan acusada como en la primera posición. A este último caso se le denomina toma en picado... desde arriba.

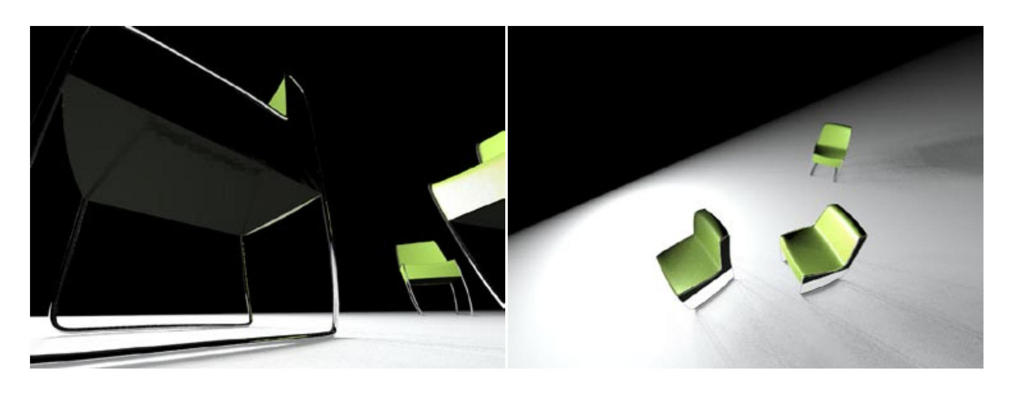


Fig. 54. Dos posiciones del punto de vista de la cámara.

Mediante la cámara, se puede acercar o alejar en la composición fotográfica el objeto a representar a partir de la modificación del cono de proyección cónico, es decir, de su objetivo. Éste último se caracteriza, entre otros factores, por el ángulo de la óptica, el cono visual.

b) Aspectos de óptica

Así, pueden existir ópticas que atiendan a una gran amplitud de campo visual como, por ejemplo, en el caso de los objetivos de cámara denominados «grandes angulares» u «ojos de pez» (objetivos: 18-26 mm); éstos dan como resultado imágenes distorsionadas de la realidad, pero abarcan gran cantidad de espacio en sentido horizontal. Son ideales para representar espacios interiores. El efecto conseguido al utilizar un gran angular es agrandar el fondo con respecto al primer plano (Hedgecoe, 2001: 176-177).

Los objetivos intermedios (objetivos de 35 mm), similares al cono visual humano dan como resultado imágenes menos distorsionadas y más próximas a la realidad.

Los objetivos con un gran zoom, teleobjetivos, por ejemplo de 120 mm o más, dan como resultado imágenes con una profundidad de campo limitada y con tendencia a anular el efecto de la perspectiva. Al contrario que el gran angular, el teleobjetivo agranda el primer plano respecto al fondo (Hedgecoe, 2001: 174-175).

A partir de las pruebas entre la posición del punto de vista respecto al objeto y el objetivo de la cámara, el diseñador puede empezar a tomar decisiones sobre la apariencia final del renderizado atendiendo a los objetivos de la presentación.

Las imágenes de ejemplo muestra diferentes objetivos de cámara y modelos de representación (fig. 55). La imagen de la izquerda muestra una proyección cilíndrica… paralela, axonométrica. Las dos imágenes restantes muestran una representación cónica con objetivos en la cámara diferentes, el primero, un objetivo medio de 35 mm, el segundo, un gran angular u ojo de pez. Se aprecia la diferente amplitud del campo que se alcanza con uno u otro objetivo, así como el ángulo de la toma, un teleobjetivo posee un ángulo pequeño, mientras que un gran angular, evidentemente, muestra o abarca ángulos de toma de más de 60 º, es decir, más que la propia visión humana.



Fig. 55. Diferentes modelos y objetivos de cámara empleados en el renderizado.

c) Encuadre

El encuadre del objeto es otro aspecto a determinar en algún momento del proceso, el formato rectangular o cuadrangular del soporte de la imagen, vertical o apaisado, sin duda, condiciona la composición final. Se trata del marco de referencia que al igual que en pintura, es parte constituyente de la totalidad de la composición y hace la función de límite, al mismo tempo que contiene los elementos que se incluyen en el encuadre. Mediante el encuadre se puede pulir la presentación, por ejemplo, enfatizando la presencia de un objeto, el motivo, bien equilibrando la composición bidimensional, bien desequilibrándola. En este segundo caso, se producirá una ruptura de la simetría y probablemente con ello se conseguirá un mayor interés visual de la imagen. La regla de los tercios empleada en el mundo de la fotografía tiene una gran utilidad en este apartado.

Encuadrar implica, sobretodo, saber seleccionar y decidir qué elementos y cómo van a salir en la fotografía final. En la acción de encuadrar los elementos dentro de una composición fotográfica, el diseñador debe saber renunciar a los ruidos prescindibles, es decir a aquellos objetos o efectos de la composición que no sean necesarios. Esta operación de síntesis facilitará la comprensión de la presentación, ya que resultará más fácil de comprender por parte del espectador.

La misma imagen puede ser encuadrada de manera diferente para variar la composición final en busca, por ejemplo, de detalles o continuidad compositiva, en el caso de que aparezcan objetos que quedan recortados por el marco de referencia. El encuadre con herramientas digitales se puede realizar tanto durante el proceso de renderizado como después, mediante un postprocesado con herramientas informáticas propias del diseño gráfico y la fotocomposición (fig. 56).

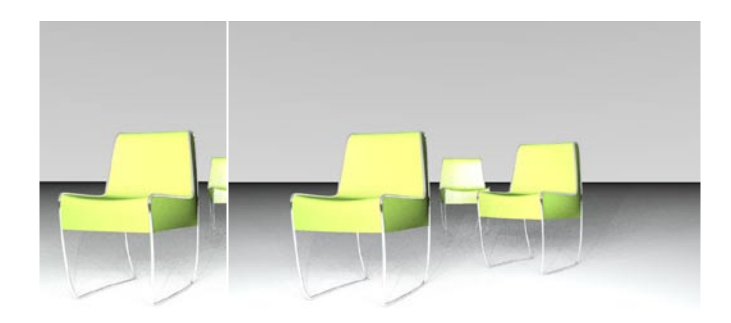


Fig. 56. Diferentes encuadres compositivos sobre un mismo grupo de objetos.

d) Enfoque

En el mundo de la fotografía las cámaras tienen un funcionamiento parecido al de la visión humana, ésta se adapta a las circunstancias del entorno y, en el caso del enfoque, a la distancia de observación requerida en profundidad. Mediante el desplazamiento entre lentes se puede enfocar o desenfocar el objeto a retratar y de esta manera poner énfasis en la profundidad de campo e interés en el objeto a representar. Los sistemas

CAD de renderizado suelen permitir la modificación de la óptica y del enfoque/desenfoque. Aunque este segundo factor se puede simular a posteriori del renderizado mediante técnicas de retoque fotográfico digital. Mediante el enfoque/desenfoque, en determinadas circunstancias, se aparenta mayor realismo, se pueden destacar unos objetos sobre otros, y se enfatiza la sensación de profundidad en la composición.

El efecto del desenfocado de figuras se puede observar en las siguientes imágenes (fig. 57); en la de la derecha se enfoca a la silla del primer plano y las sillas del fondo se perciben borrosas... desenfocadas; mientras que en la imagen de la izquierda no sucede este fenómeno y todas las figuras de la escena se perciben nítidamente.

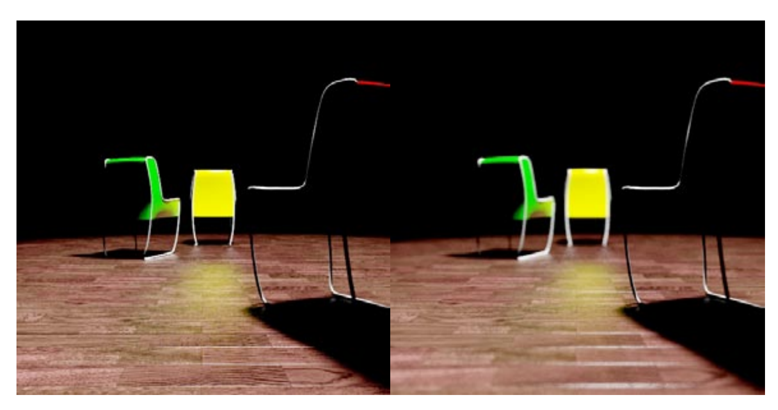


Fig. 57. En la imagen de la derecha se aprecia el efecto de profundidad provocado por el desenfoque de las sillas del fondo. En la imagen de la izquierda, sin embargo, no se emplea este efecto y las figuras del fondo se perciben nítidas.

3.2. Aspectos relativos a la iluminación

La iluminación es un aspecto determinante en las representaciones virtuales. Normalmente los programas de renderizado permiten una multitud muy variada de posibilidades:

- Diferentes tipos de focos lumínicos.
- Variación de la óptica del haz de luz.
- Variación de la tonalidad de la luz (temperatura de color).
- Variación del flujo luminoso.
- Variación del rendimiento de color.

La primera posibilidad hace referencia a que las fuentes de iluminación pueden ser puntuales, lineales o superficiales, las dos últimas permiten una iluminación difusa, mientras que la primera genera un tipo de luz focalizada capaz de generar un gradiente de sombras mayor sobre el objeto y, además, capaz de crear unas sombras proyectadas con límites nítidos, claros y concisos.

La segunda de las posibilidades se centra en la óptica de la fuente de luz, al igual que en el caso del punto de vista anteriormente citado, la óptica de las fuentes de

luz puede ser manipulada, abriendo o cerrando el haz para dispersar o concentrar luz. En la práctica se utilizan las luminarias como complemento para controlar el ángulo del haz asumiendo unas direcciones determinadas.

La tercera posibilidad de manipulación se refiere al tono de la luz, lo que en luminotecnia se denomina temperatura de color. En la práctica, la luz puede ser azulada, como la fluorescente, o amarillenta, como la tradicional incandescente. En los catálogos comerciales de fuentes de luz se cita expresamente esta característica intrínseca de la lámpara. La temperatura de color se mide en grados Kelvin (ºK). Una lámpara incandescente, por ejemplo, suele tener 3200 ºK o menos; la luz solar del día puede tener unos 5500 ºK. Más de 6000 ºK de temperatura de color genera una tonalidad azulada. Así, las temperaturas de color altas corresponden a tonos azulados, mientras que las temperaturas de color bajas a tonos amarillentos.

La cuarta posibilidad de manipulación se centra en el flujo y la intensidad lumínica. Se trata de la cantidad de luz y la concentración de ésta medida en relación a unidades superficiales. Un flujo intenso de luz generará gradientes de claros y sombras contrastados. Una baja intensidad de luz puede generar un escenario en penumbra en el que la oscuridad se convierte en la principal protagonista y en el que el contraste entre las zonas oscuras y claras se diluye.

Por otro lado, cabe hablar del rendimiento de color, es decir, de la capacidad para reproducir correctamente los colores del objeto por parte de una fuente de luz determinada. Este fenómeno está estrechamente ligado al espectro lumínico de la propia lámpara. Cada lámpara, al igual que posee una determinada temperatura de color, también posee un capacidad o no para reproducir los colores del espectro lumínico en los objetos que ilumina. Así, las tipologías de incandescentes, con un espectro de reproducción casi continuo y a pesar de tener un tono amarillento (temperatura de color), reproducen mejor los colores que las lámparas fluorescentes, las cuales por su naturaleza poseen un espectro lumínico que se centra sólo en zonas determinadas del rango de luz del arcoiris. Para entenderlo mejor, una lámpara que no posea la capacidad para reproducir la gama de colores rojos, naranjas y amarillos porque, simplemente, en su espectro de reproducción no existen estos colores, no podrá representar ni los tonos rojos, ni los naranjas ni los amarillos. Así, si se ilumina una naranja o una mandarina, o una bombona de butano sólo con esta lámpara, el resultado es una mandarina, una naranja y una bombona de butano de color gris. El rendimiento de color se mide con un índice cuyo rango fluctúa entre 0-100, donde 100 muestra la máxima capacidad para reproducir colores, como la luz solar, la cual, obviamente, expresa en su espectro toda la gama lumínica visible por el ser humano y, además, la no perceptible por éste, la gama de infrarrojos y ultravioletas.

La luminotecnia, como se puede apreciar, es un ámbito extenso y complejo que conviene conocer para trabajar en el mundo de la fotografía… y en el de las presentaciones fotorrealísticas.

La luz modifica la percepción de los objetos y es un factor necesario para su visualización. Los aspectos de iluminación que se tratan en este apartado encajan

dentro de la modalidad de luz pensada para interiores, el escenario más común de un producto en su formato de presentación publicitaria. La luz paralela producida por el sol no tiene sentido en las representaciones de un plató. En este caso se ha preferido tratar esta última tipología de iluminación en el apartado posterior de composiciones virtuales en exteriores.

En relación a las presentaciones virtuales, y con el tratamiento específico de iluminación interior, existen múltiples posibilidades compositivas en función de la iluminación predominante en la composición (natural o artificial): desde la luz del sol, tan variada entre momentos como el amanecer, la neblina, el atardecer, etc., hasta tipos de iluminación específicos de interiores (Hedgecoe, 2001: 80-131). Así, cuando se retrata un objeto único, más allá de su escenario, la iluminación se puede proyectar, básicamente, a partir de dos planteamientos: mediante iluminación focal dirigida, o bien mediante iluminación difusa. Aunque es cierto que se pueden combinar ambas situaciones, a este último criterio se le denomina iluminación combinada.

3.2.1. Iluminación focal dirigida

Mediante la iluminación focal dirigida (fig. 58), aquella cuyo foco lumínico proviene de un solo punto, se consigue enfatizar el volumen a partir de la relación de mayor contraste entre las partes claras, aquellas zonas sobre las que la luz incide directamente, y las partes oscuras o pertenecientes a la zona en sombra del modelo. Si además el objeto se sitúa sobre un escenario, las sombras arrojadas de éste presentan mayor contundencia y nitidez. A efectos compositivos, se puede considerar la luz solar diurna e intensa como un caso cuyos efectos presentan una gran similitud con los efectos conseguidos mediante iluminación focal, pero con la particularidad de que el foco se sitúa en el infinito y, por lo tanto, las proyecciones de los rayos de luz son paralelas. Esta característica afecta sobre todo a las sombras arrojadas por el objeto.



Fig. 58. Imagen de silla iluminada con focos dirigidos.

3.2.2. Iluminación difusa

La iluminación difusa (fig. 59), en cambio, no genera esta tipología de gradiente de claro oscuro tan marcada, y las sombras proyectadas sobre el escenario no son nítidas y definidas. La fuente de luz de este tipo de iluminación no es puntual, sino que se caracteriza por estar distribuida en forma lineal, superficial o volumétrica. Por lo tanto, los rayos de luz no presentan una dirección determinada, éstos inciden en el cuerpo desde diversas posiciones de origen dependiendo de la forma del foco y la posición de éste. Se genera una iluminación uniforme con un gradiente menor de claro-oscuro. Las sombras proyectadas mediante este tipo de iluminación no presentan unos contornos nítidos, sino difuminados con las zonas de luz directa.

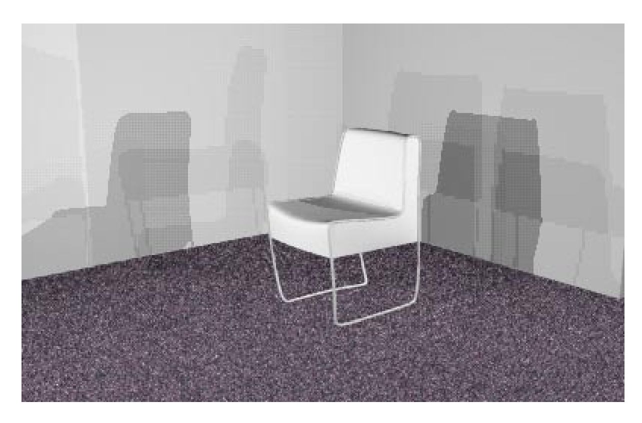


Fig. 59. Imagen de silla iluminada mediante un tipo de iluminación difusa.

3.2.3. Iluminación combinada

Por último, la iluminación combinada presenta rasgos de ambas tipologías anteriores y suele ser la más utilizada en el campo de la fotografía.

En la representación siguiente (fig. 60) se muestra un ejemplo de iluminación focal dirigida, un tipo de iluminación intermedia que combina ambas tipologías de iluminación y cuyos efectos dependen de las características de la combinación.

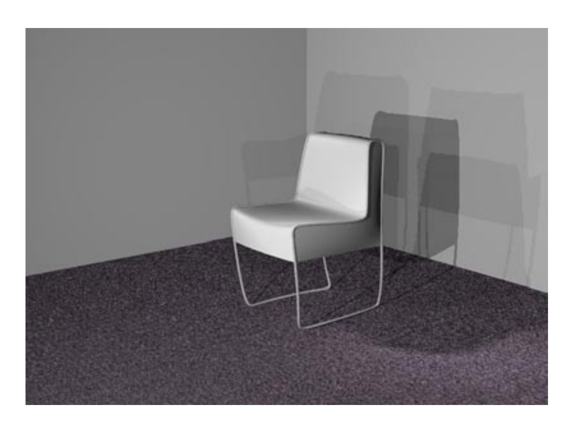


Fig. 60. Efecto producido por la acción de la iluminación combinada sobre una silla.

3.2.4. Posición y orientación de la iluminación

Anteriormente, se ha hablado del punto de vista de la cámara en relación al objeto. Ahora cabe hablar además de la posición de la luz en relación al modelo retratado. En este sentido, existen múltiples posibilidades que conviene experimentar a la hora de preparar la presentación virtual, ya que de la posición de la luz se desprenderán diferentes tipos de sensaciones volumétricas, cromáticas y de texturas, es decir, de las sensaciones dependientes de las propiedades visuales tratadas en apartados anteriores. Pero cabe hablar, en este caso, de algunos casos concretos mediante los que se consigue cierta espectacularidad en la imagen final. Éstos son aquellos en los que la dirección de la luz se orienta en posición vertical, ya sea apuntando hacia arriba, en contrapicado, o bien hacia abajo, en picado, en el caso de la luz cenital, y también aquellos casos en los que la luz se sitúa por detrás del objeto a retratar y orientada hacia el punto de vista de la cámara; éste es el caso del fenómeno de contraluz.

a) Iluminación cenital

Mediante la luz cenital las zonas de máxima claridad se encuentran en la parte superior de los volúmenes y las zonas en sombra, obviamente, por debajo. Este tipo de iluminación se suele emplear con focos puntuales que, por un lado, concentran el haz de luz en un ángulo normalmente reducido y, por otro lado, proyectan sombras definidas en la superficie sobre la que reposa el objeto. En la imagen (fig. 61) se aprecia el efecto de la iluminación cenital.



Fig. 61. Ejemplo de iluminación cenital.

b) Iluminación contrapicada

Un tipo de iluminación muy empleado en la iluminación nocturna de monumentos y que genera un efecto un tanto «dramático» cuando se emplea en la iluminación de objetos, es el caso en el que la fuente de luz se sitúa por debajo del modelo, en posición contrapicada. El gradiente de sombra se invierte en relación al caso de iluminación cenital y supone una manera de ver el objeto poco usual, aunque bien empleada puede producir efectos originales. Además, las sombras producidas suelen ser espectaculares por la relación dimensional que se produce con el objeto. Sus efectos se han empleado profusamente en el cine de terror, de misterio y de suspense.

En la imagen (fig. 62) la posición del foco se sitúa por debajo del modelo y el resultado tiene cierto carácter «dramático».

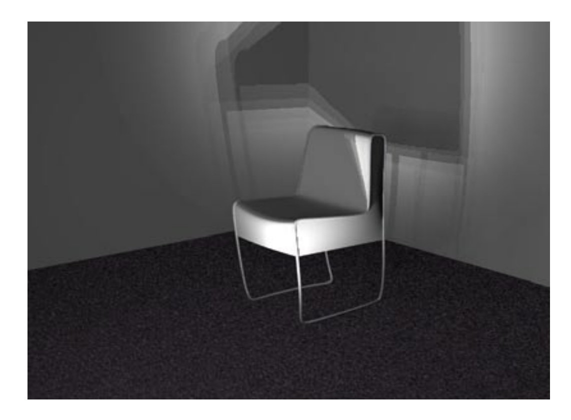


Fig. 62. Efectos de la iluminación contrapicada.

c) Iluminar en contraluz

Otro tipo de iluminación especial es la que se produce cuando el modelo se sitúa entre la dirección de la iluminación y el objetivo de la cámara. La iluminación a contraluz remarca la silueta del modelo aunque, por otro lado, dificulta la percepción de las texturas; bien empleada puede ser un recurso original para realizar presentaciones virtuales (fig. 63).



Fig. 63. Imagen de iluminación a contraluz en la que se aprecia el énfasis en el contorno de la forma, sobre todo en aquellas zonas en que ésta se recorta sobre el fondo oscuro.

Existen, como se puede observar, muchas posibilidades en relación a los efectos conseguidos mediante el cambio de posición de la fuente de luz. Algunas de ellas sólo cabe mencionarlas, simplemente, para evitarlas, como es el caso de la iluminación frontal, tan característica de las fotos amateurs con flash y que producen efectos no deseados en las imágenes como unos volúmenes excesivamente planos, sin gradiente claro-oscuro, y unas sombras proyectadas duras y que tienden a confundirse con el contorno del objeto.

3.3. Aspectos relativos al entorno del modelo

El último bloque de este apartado relativo a las presentaciones virtuales de productos en espacios interiores tiene que ver con aspectos de decorado, es decir, con aquellos elementos que actúan como campo visual del modelo y que son muy variados.

Aunque parezca obvio, una primera decisión a tomar sobre el escenario en el que se sitúa el modelo es la de elegir entre una escenografía que presente más elementos que el propio plano horizontal de soporte. Éste último suele ser el punto de partida mínimo pero eficaz a la hora de diseñar un entorno y, tal vez, uno de los más adecuados por sus resultados, ya que estos entornos simples posibilitan centrar la atención en el propio objeto evitando perturbaciones y ruidos informativos innecesarios. También es cierto que el uso al que va destinado el producto puede, en cualquier caso, condicionar esta primera decisión, y es que la incursión del modelo dentro de un escenario, por ejemplo, real, puede ayudar a comprender mejor su escala y funcionamiento dentro de un contexto determinado. En este sentido, los últimos apartados tratan los aspectos mas fundamentales para abordar la presentación de objetos en entornos complejos.

3.3.1. Grado de iluminación del entorno

Centrándonos en las posibilidades de los escenarios más sencillos pero igualmente efectivos cabe incidir en un segundo aspecto, el de decidir sobre el grado de iluminación del entorno, es decir, se trata de seleccionar entre entornos claros, denominados en el mundo de la fotografía positivos, o entornos oscuros, denominados, a su vez, negativos. Para atender esta decisión, hay que tener en cuenta la forma, la textura y el color del producto a presentar (fig. 64). El empleo de la iluminación en penumbra, aquella que se encuentra en las zonas de transición entre la oscuridad y la luz, genera unos efectos interesantes en las composiciones de los escenarios iluminados de este modo. En la representación siguiente (fig. 65) se observa cómo el uso de la iluminación en penumbra en las figuras del fondo aumenta la sensación de profundidad, a la vez que destaca la figura iluminada del primer plano. El hecho de que esta última figura sobrepase el marco de referencia, es decir, se salga de él, aumenta el interés de la composición.

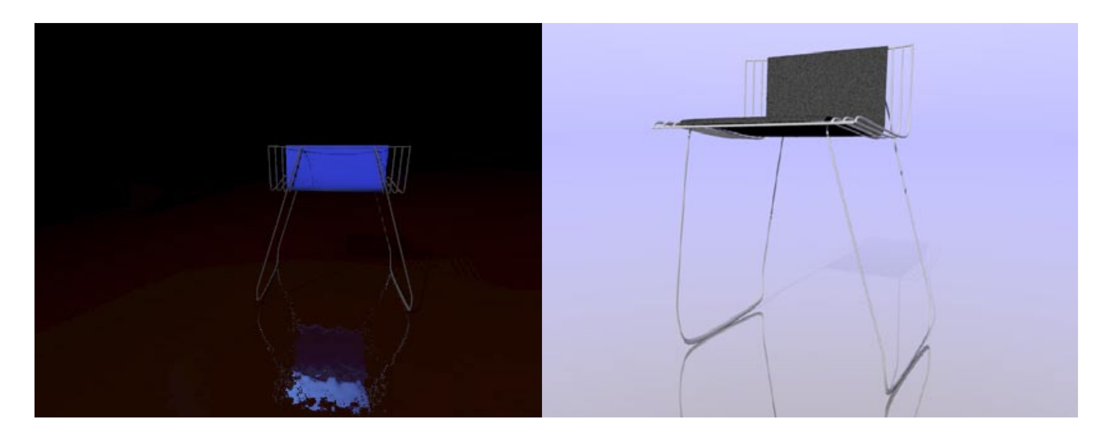


Fig. 64. El tono y brillo del fondo es un factor de percepción tan importante como la propia forma. La relación forma-fondo debe ser estudiada y experimentada en todo proceso de presentación virtual.



Fig. 65. Escenario con el fondo iluminado en penumbra.

Hay que recordar que la posibilidad de generar escenarios específicos virtuales, o bien insertar el objeto en escenarios fotográficos reales puede servir para realizar una presentación más realista o simplemente para introducir un mayor grado de interés cromático, pero, a su vez, se dificulta el control sobre las relaciones entre objeto y escenario. Mediante un escenario sencillo se garantiza una representación, al menos, clara y legible.

3.3.2. Acabados superficiales del entorno

Otros de los aspectos sobre los que se debe reflexionar a la hora de generar composiciones fotorealísticas son las cualidades matéricas del escenario, es decir, el brillo, los reflejos y la percepción de la línea de horizonte entre otros factores.

El reflejo del objeto sobre la superficie de soporte horizontal, realizado de una manera mesurada, suele dotar de realismo la composición. Estos reflejos se consiguen mediante el uso de materiales especulares, normalmente, aplicados sobre el plano de soporte horizontal. Los materiales que reflejan la luz de una manera difusa, como por ejemplo la mayoría de los elementos textiles, carecen de la posibilidad de reflejar especularmente el objeto a retratar sobre el suelo. El dilema, en este caso, se encuentra en la selección del acabado superficial del material que hace de soporte y, a la vez, de escenario.

El escenario elaborado, es decir, aquél que presenta más elementos que el propio plano horizontal y objeto a retratar, puede contribuir a variar las cualidades cromáticas del conjunto. Por otro lado, el uso de reflejos sobre el plano de soporte puede dotar de interés y realismo al conjunto compositivo (fig. 65).

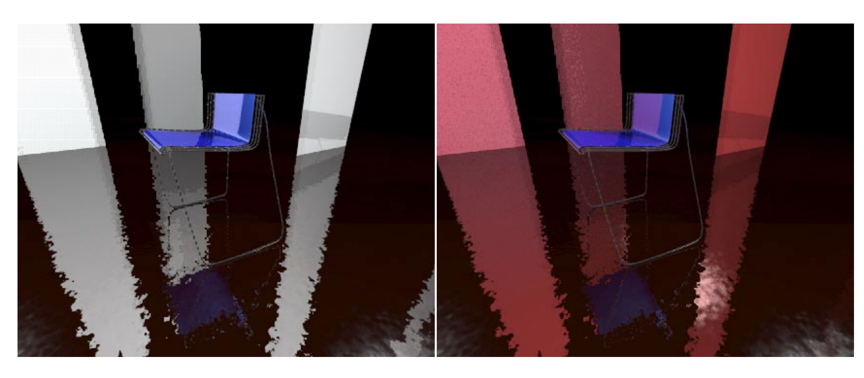


Fig. 66. Escenario trabajado con diferentes tonos y con el empleo de reflejos sobre el plano horizontal.

3.3.3. La línea de horizonte

La aparición o no de la línea de horizonte en la composición puede suponer otro momento de reflexión a la hora de decidir sobre la posición de la cámara y sobre el fondo del escenario en las representaciones virtuales. Normalmente los fotógrafos no emplean esta posibilidad, entre otros aspectos, por la extensión y dimensión limitada de los escenarios en los que trabajan, ya que la línea de horizonte es la expresión del «infinito». Por otro lado, ésta divide el fondo en dos partes nítidamente diferenciadas. El uso que se hace en las representaciones virtuales suele ser indicativo de que la presentación ha sido realizada mediante técnicas CAD. Por lo tanto, si lo que se pretende es aparentar un mayor realismo, tal vez convenga representar los objetos en escenarios en los que no se aprecie ésta. En cualquier caso, si en una composición visual se decide situar como fondo un línea de horizonte, es recomendable que ésta no divida la composiciones en dos partes iguales, ya que se genera un fondo simétrico que normalmente carece de interés. En el campo de la fotografía, cuando se realiza una fotografía de tipo paisaje en la que aparece una línea de horizonte, es recomendable utilizar «la regla de los tercios» antes comentada en el apartado de la posición del punto de vista. Esta regla consiste en dividir de un modo imaginario, el rectángulo de la composición en tres partes horizontales. Los límites entre estas partes son susceptibles de ser empleados para situar la línea de horizonte con cierta garantía de que la composición será, finalmente, interesante.

La línea de horizonte se suele obviar en el campo de la fotografía industrial, aunque es común utilizarla en las presentaciones fotorrealísticas. El campo visual cambia cuando esta línea entra en juego. En las situaciones sin línea de horizonte, es decir, solucionadas, por ejemplo, con un degradado que la oculte, el resultado suele ser mas «neutro» compositivamente hablando, ya que no divide en dos elementos el fondo, sino en uno continuo o, a lo sumo, degradado (fig. 67).





Fig. 67. La representación de la izquierda oculta la línea de horizonte o, simplemente, una esquina del decorado. La imagen de la derecha, sin embargo, enfatiza la linea de horizonte.

3.3.4. Composiciones virtuales sobre imágenes digitales

En el ámbito de las presentaciones virtuales, obviamente, también se reproducen situaciones en las que conviene presentar el producto en un escenario exterior, o

simplemente en un entorno complejo y próximo al uso real del producto. Este tipo de presentaciones siempre son útiles, por ejemplo, para comprender la relación de escala del objeto con su entorno, pero también para presentar el producto en un lugar determinado. Normalmente, se emplean en los últimos momentos de la fase conceptual de diseño, cuando el producto ya se ha visto madurado mediante varias evaluaciones, pero la realidad es que puede emplearse en todo momento durante esta fase. En cierto sentido estas composiciones podrían considerarse un *collage*, aunque realizado exclusivamente sobre soportes digitales. La disciplina de la arquitectura cuenta con una larga tradición en este tipo de presentaciones, aunque obviamente con otra temática diferente a la presentación de objetos de uso.

En cualquier caso, para realizar estas composiciones digitales, existen básicamente dos opciones: una primera, que es trabajar sobre un escenario virtual, es decir, digitalizado en formato tridimensional CAD; y una segunda opción, que sería realizar un montaje del producto sobre una imagen digitalizada bidimensional que sirva de fondo. La mayoría del software de renderizado permite esta opción. En ambos casos, evidentemente, se pueden reproducir tanto espacios exteriores, como interiores, y ambos casos también presentan sus ventajas y sus inconvenientes. Aquí se tratará específicamente el segundo tipo.

En el primer caso, no se precisa mayor atención que la de renderizar el objeto según los fundamentos que se han tratado de explicar aquí, con la salvedad de que aumenta la complejidad, ya que el objeto interactúa en un escenario con otros volúmenes y el proceso puede resultar un poco más tedioso y lento, entre otros, por la cantidad de relaciones que se producen. Su principal ventaja es que se puede trabajar tanto sobre el producto como sobre el escenario, ya que ambos se encuentran modelados en tres dimensiones. Diseñar y modelar un escenario arquitectónico en formato CAD puede resultar tanto o más duradero en tiempo que modelar el propio producto, sin embargo no resulta difícil acceder a construcciones en 3D para seleccionar una oportuna al objeto de presentación y hacerla servir como escenario, de esta manera se evita tener que construir, en tres dimensiones, un nuevo escenario sobre el que situar el producto a presentar.

El segundo caso, sin embargo, permite ahorrar tiempo en cuanto se emplea una imagen bidimensional de fondo que no utiliza tantos recursos del ordenador. El control sobre el escenario, evidentemente, es menor, ya que los componentes que aparecen en la imagen no son modelos tridimensionales, sino figuras planas en mapa de bits y, como consecuencia de esto, tan sólo se podrán manipular en términos de retoque fotográfico. Aún así, trabajar de este modo puede facilitar el trabajo al diseñador, ya que no se precisa poseer el escenario modelado en tres dimensiones. Por otro lado, este *modus operandi* permite conseguir, además, un alto grado de realismo, ya que la imagen que sirve de escenario es real. Si se piensa en los entornos naturales, tan difíciles de reproducir con un sistema CAD se comprenderá que en muchas ocasiones es incluso mejor integrar un objeto modelado en CAD que tratar de reproducir una escena tan compleja.

De esta manera, ahora se tratará de dar algunas pautas que puedan ayudar a configurar con mayor realismo y veracidad este tipo de presentaciones. Para conseguir

una buena integración del modelo en un escenario de fondo plano, se deben atender, a grandes rasgos, las siguientes etapas:

- Selección adecuada de la imagen que sirve de escenario de fondo.
- Encaje de la perspectiva del objeto en la perspectiva de la composición bidimensional.
- Coordinación de la iluminación del objeto con la iluminación del fondo.

a) Selección de la imagen de fondo

Así, en primer lugar, se trata de seleccionar el escenario en el que se vaya a producir la integración. En este sentido, conviene que el tema y el estilo del escenario sea coherente y consecuente con el producto que se quiere representar y que la imagen tenga un cierto atractivo para realzar el propio objeto y ayudar, además, a la comprensión de su uso, al menos, en lo que al contexto se refiere. Obviamente, en la imagen se debe manifestar la sensación de profundidad producida por diferentes planos, puntos de fuga, etc. Se recomienda que la imagen represente, en su composición, una superficie horizontal plana que sirva de apoyo para el objeto y para que se pueda asegurar la recepción de las sombras arrojadas del objeto sobre el plano horizontal, sin que éstas se vean obstaculizadas por planos verticales que puedan cambiar la dirección de las sombras proyectadas. En segundo lugar, conviene seleccionar imágenes con una dirección o direcciones de iluminación claras. Este fenómeno se puede observar en las sombras que se reproducen en las imágenes, las cuales indicaran la dirección y grado de inclinación de la luz. En tercer lugar, para realizar una buena selección, se ha de atender a ciertos aspectos relativos a la óptica de la imagen: se trata de conocer o, al menos, tener una idea aproximada, del objetivo de cámara fotográfica empleado para realizar la imagen que sirve de fondo, por ejemplo, un gran angular o un teleobjetivo o, por el contrario, un objetivo común de 35-50 mm. En cualquier caso, este aspecto normalmente se puede ajustar posteriormente en el sistema CAD. En cuarto lugar, hay que atender a la estructura espacial que se representa en la imagen. Ésta es preferible que sea clara, es decir, que se puedan identificar en ella los puntos de fuga, así como la posición de la línea de horizonte. Esto facilitará el posterior encaje del objeto en el escenario. Es preferible también que dentro del escenario exista algún elemento que pueda servir de escala de referencia, por ejemplo, una mesa o una silla, de las que conocemos ciertas dimensiones, más o menos, precisas. Por último, hay que observar si en la imagen existe una determinada profundidad de campo. Esto se puede observar en los diferentes planos de profundidad y en las zonas enfocadas o desenfocadas.

No es necesario nombrar nada al respecto de la calidad en resolución de la imagen, la cual deberá tener la suficiente resolución para el objetivo al que será destinada la presentación: reproducción en pantalla, en papel, etc.

En las imágenes mostradas se aprecian las recomendaciones arriba expuestas, es decir, en modo resumido, la dirección de la luz, la línea de horizonte, un objetivo

próximo a un gran angular y, lamentablemente, no existen referencias claras dimensionales (fig. 68 y 69).



Fig. 68. Imagen seleccionada para integrar elementos de mobiliario para parques y jardines.



Fig. 69. Análisis de la imagen seleccionada.

b) Encaje del objeto en la composición bidimensional

En segundo lugar, cabe hablar del propio encaje del producto en la fotografía que sirve de fondo. Si se ha seleccionado la imagen atendiendo a una estructura espacial clara se evitarán posteriores problemas de incongruencias entre el objeto, el escenario y sus sistemas de representación correspondientes. Normalmente los sistemas CAD infográficos permiten insertar la imagen de fondo en el visor de la pantalla. Esto facilitará el trabajo, si no siempre queda la opción de realizar la composición íntegramente con un software de retoque fotográfico. Los pasos y pautas a seguir en este apartado son igualmente válidos para este último caso.

Una vez integrada la imagen en el visor, previsualizada, se debe ajustar el modelo en tres dimensiones según la escala del escenario. Las dimensiones del objeto deben ajustarse a la realidad de la imagen, atendiendo, a ser posible, al conocimiento de las referencias, en términos de dimensiones, de la imagen de fondo. Por otro lado, se debe ajustar también el objetivo de la cámara del programa infográfico a la fotografía insertada, tanto en la dirección hacia la que apunta, como en la óptica, es decir, en la amplitud y profundidad de campo. La línea de horizonte de la foto y la de la cámara empleada deben coincidir. Muchos programas infográficos permiten

la visualización de la línea de horizonte sobre el visor de la pantalla del ordenador. El producto a representar, que se encuentra modelado en tres dimensiones, debería situarse sobre el plano horizontal seleccionado en la etapa anterior y continuar las direcciones de fuga hacia la línea de horizonte de la fotografía del fondo (fig. 70).

En el momento en el cual el objeto se encuentra coherentemente situado sobre el plano horizontal, y por delante del escenario bidimensional, pueden realizarse sobre él distintas operaciones para encontrar su mejor ubicación. Se puede, por ejemplo, modificar la posición del objeto respecto a la cámara acercándolo, o alejándolo, de los primeros planos. Además, pueden realizarse distribuciones de diferentes elementos sobre la imagen. Hay que prestar atención a que los objetos no entren en contradicción con la escena; por ejemplo, si el objeto debe aparecer detrás de un pilar, un árbol o cualquier volumen situado más cerca de la cámara que él, es mejor evitar el volumen superpuesto, entre otras cosas, para no tener que recortar posteriormente la imagen en un programa de retoque fotográfico. Hay que recordar que el fondo siempre aparecerá detrás del objeto, ya que se trata de una imagen digitalizada.

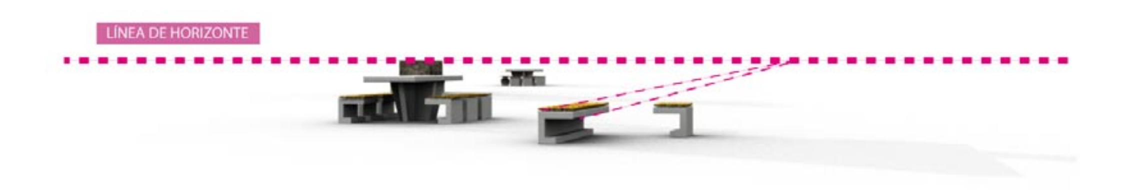


Fig. 70. Encaje de objetos sobre la línea de horizonte y plano horizontal.

c) Coordinación de la iluminación del objeto con el fondo

Una vez se ha conseguido encajar coherentemente el modelo en tres dimensiones con la imagen de fondo, se trata ahora de abordar los aspectos de iluminación.

En primer lugar, conviene retomar el análisis de la imagen. Se conoce la dirección de la luz. El volumen del objeto debe encontrarse iluminado según esta dirección para que las relaciones de claro-oscuro coincidan con las de la escena que representa la imagen de fondo. La cantidad de sombras arrojadas también son indicadoras de la cantidad y dirección de distintos focos de luz. Se puede renderizar atendiendo mejor a todos los focos, pero si se prefiere simplificar la escena, perdiendo a cambio un poco de realismo, basta con continuar la dirección y sentido de la fuente principal. Ahora bien, conviene recordar que la intensidad y tipo de la luz son otros factores importantes. Ésta se puede conocer a través del análisis de la iluminación y de los objetos del fondo bidimensional. Si estos objetos presentan gradientes contrastados de blancos y grises, es porque en la escena existe una iluminación dirigida e intensa, si por el contrario, la escena se encuentra, por así decirlo, en penumbra, es porque la intensidad y la iluminación ambiente es más bien baja. Por otro lado,

conviene analizar los límites de la sombra, si éstos son nítidos es porque la luz dirigida se antepone a la difusa o ambiental. Observando, además, los límites o contornos de las sombras se puede apreciar la tipología de luz. Una luz difusa, por ejemplo, de un día nublado, provoca una sombras con contornos difusos. Una escena de luz de un día soleado, provoca unos límites de sombras claros y nítidos. Las sombras proyectadas del objeto deben imitar a las reproducidas en la escena en cuanto a su límite y también en cuanto a la tonalidad, más o menos gris.

Llegados a este punto, y si el objeto ya ha sido caracterizado con las texturas correspondientes, ya se puede renderizar la escena. El problema que normalmente se puede encontrar el diseñador en este apartado tiene que ver con las posibilidades de la herramienta infográfica. En este sentido, si se renderiza la escena sin más, aparecerá el objeto u objetos retratados representados con sombras propias, pero no las arrojadas, dando la sensación de que se encuentran volando literalmente en el aire. Cabe solucionar este aspecto desde dos posibilidades: una primera reproduciendo las sombras, atendiendo a los factores comentados, mediante un programa de retoque fotográfico, en una especie de postproducción; una segunda opción, es realizar la escena íntegramente con el software CAD infográfico, si éste permite la siguiente condición: generar volúmenes que sean transparentes pero que al mismo tiempo puedan recibir sombras de otros objetos de la escena. En este último caso, se crearía, por un lado, un volumen o superficie horizontal sobre el que apoyar el objeto u objetos de la escena. El volumen sería transparente y permitiría ver la escena de fondo, y al mismo tiempo permitiría recibir sombras de los objetos diseñados.

En la imagen (fig. 71) se muestra un ejemplo de diferentes elementos distribuidos sobre la imagen digitalizada que armonizan con las características de la imagen de fondo: básicamente, con el punto de vista y con la iluminación de la escena.



Fig. 71. Fotocomposición final con los elementos en 3D sobre el fondo de la fotografía.

3.4. Ejercicios

1) Presentación virtual de objetos.

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Diseñar presentaciones virtuales digitales a partir de los fundamentos escenográficos, fotográficos y publicitarios.
- Experimentar aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de presentación del producto.

DESCRIPCIÓN, PROPUESTA

A partir de alguno de los objetos diseñados en los ejercicios anteriores se debe escoger uno de ellos y sobre él se deben presentar cinco opciones (A1, A2, B1, B2 y B3) con las siguientes condiciones (véase tabla 7).

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

La tabla 7 completada con soluciones adoptadas por el estudiante sobre formato de panel rígido (A4).

CONDICIONES	IMAGEN
A1 ESCENARIOS POSITIVOS. Acabado/s del objeto: libre elección. - Sistema de representación (punto de vista contrapicado). - Escenario positivo: línea de horizonte. - Suelo brillante especular. - Encuadre equilibrado en la composición. - Iluminación difusa.	
A2 REGLA DE LOS TERCIOS. Acabado/s del objeto libre: libre elección. - Sistema de representación cónico (punto de vista libre). - Escenario negativo: fondo oscuro, sin línea de horizonte. - Suelo brillante especular. - Encuadre desequilibrado, objeto descentrado (regla de los tercios). - Iluminación dirigida.	

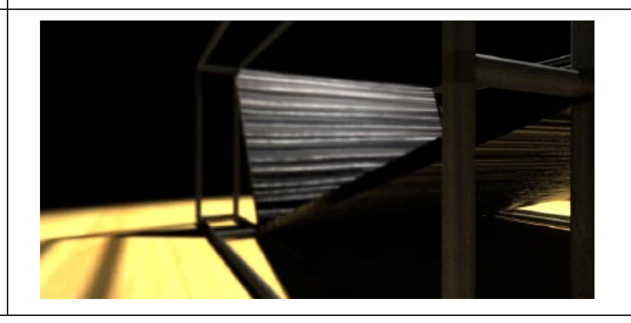
CONDICIONES	IMAGEN
B1 ILUMINACIÓN CENITAL. Acabado/s del objeto libre. - Sistema de representación cónico (punto de vista libre). - Escenario negativo: entorno oscuro. - Suelo satinado. - Encuadre equilibrado, objeto centrado. - Iluminación cenital, sombras difusas.	
B2 CONTRALUZ. Acabado/s del objeto libre. - Sistema de representación cónico (punto de vista contrapicado). - Escenario negativo: fondo oscuro. - Suelo con textura satinado. - Encuadre desequilibrado, objeto descentrado. Emplear la regla de los tercios. - Iluminación contraluz, sombras nítidas.	
B3 DETALLE. PARS PRO TOTO - Sistema de representación cónico. - Escenario negativo. - Suelo con textura satinado. - Encuadre de detalle. - Profundidad de campo. Zona desenfocada. - Iluminación libre.	

Tabla 7. Tabla ejemplo de ejercicio. Trabajo realizado por el estudiante Carlos Folch Clausell.

EVALUACIÓN

Se debe valorar que cada solución propuesta represente los objetivos del ejercicio con claridad y sin ambigüedades adaptándose a los condicionantes impuestos en cada apartado: sistema de representación, grado y tipo de iluminación, composición del encuadre, enfoque, punto de vista…

También se debe valorar la adecuación de las texturas escogidas para la estructura formal elegida y para el plano de soporte horizontal. Éstas deben ser coherentes con la realidad, adecuadas en escala y armoniosas en su combinación.

La evaluación de la presentación debe atender a la adecuación al formato propuesto, así como a la pulcritud e igualdad de condiciones entre las dos propuestas.

Valoración de cada apartado: apartado A1, 20%; apartado A2, 20%; apartado B1, 20%; apartado B2, 20%; apartado B3, 20 %.

2) PRESENTACIÓN VIRTUAL

OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Diseñar presentaciones virtuales digitales a partir de los fundamentos escenográficos, fotográficos y publicitarios.
- Experimentar aspectos cualitativos y perceptivos en el proceso de presentación del producto.

DESCRIPCIÓN Y PROPUESTA

Escogiendo una de las alternativas de diseño realizadas en las tablas anteriores, genera una presentación mediante renderizado fotorrealístico sobre un fondo de mapa de bits.

Para ello, primero, completa el modelado borrador de la configuración formal escogida (espesores, definición de partes, proporción entre partes, dimensiones…), modificando aquello que consideres oportuno. Realiza pruebas de renderizado hasta encontrar la imagen que más te satisfaga. Presta atención en la selección de texturas, punto de vista, sistema de representación, escenario, encuadre, iluminación, sombras, brillos...

Se trata de realizar al menos un fotograma hiperrealista integrado en un ambiente determinado (imagen de fondo bitmap) con sombras arrojadas sobre el suelo de alguna de las ideas trabajadas en las tablas. El objetivo del fotograma podría ser la inserción dentro de un catálogo publicitario (ver figura 72), como ejemplo de integración de producto en un fondo de mapa de bits.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

Imagen realizada sobre soporte rígido A4.

EVALUACIÓN

Se valorará el uso adecuado de los fundamentos de las presentaciones fotorrealistas para el objeto de la presentación final (iluminación, escenario/fondo, enfoque…), el grado de realismo, detalle del objeto, adecuación a la iluminación/sombreado y al sistema de representación.

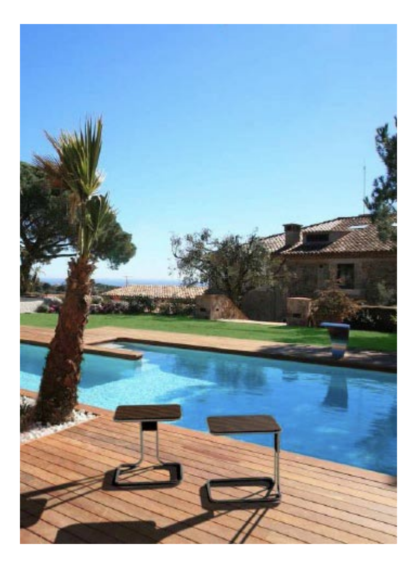


Fig. 72. Imagen ejemplo de integración de producto modelado en entorno de mapa de bits. Ejercicio realizado por Jésica Carbonell Gálvez.

3.5. Bibliografía de consulta

Sobre fundamentos en las presentaciones aplicado al diseño de objetos apenas se puede encontrar literatura. Estos fundamentos se construyen, en nuestro caso, a partir de los conocimientos adquiridos en el ámbito de la fotografía.

Sobre color existe una gran cantidad de literatura, aplicada al arte o de carácter más técnico, procedente de los estudios sobre luminotecnia; ahora bien, la obra de Gual es de nuestro especial agrado por su singularidad, rigor y por aportar conocimientos extras a las nociones fundamentales que sobre color se pueden aprender en cualquier escuela de diseño. En relación a las composiciones fotográficas y publicitarias existe una gran cantidad de información publicada en la web con ejemplos dinámicos y muy ilustrativos.

Gual Almarcha, E. (2008): *El color en el lenguaje*, Castelló de la Plana, Gràfiques Vima.

Gual Almarcha, E. (2009) *Simbología del color. Cultura, tradiciones, tabues y mitos*, Castelló de la Plana, Gràfiques Vima.

Hedgecoe, J. (2001): *El arte de la fotografía en color*, Barcelona, Blume.

Izquierdo Asensi, F. (1979), *Geometría Descriptiva*, 24ª ed., Editorial Paraninfo.

Photoinf (2004, en línea): «Photo Composition Articles», Url: http://photoinf.com/ [Consulta: marzo de 2010].

Wikipedia (2010, en línea): «Composición fotográfica», Url: http://es.wikipedia.org/wiki/ [Consulta: marzo de 2010].

4. Glosario

Aparato vestibular. Sistema que contribuye al equilibrio, control y orientación espacial en el ser humano y que se sitúa en el oído interno.

Campo visual. Contexto o entorno en el que se suscribe un objeto dentro del espacio tridimensional.

CMYK. Siglas anglosajonas, acrónimo, que significan: *Cyan* (cian), *Magenta* (magenta), *Yellow* (amarillo) y *BlacK* o *Key* (negro).

Colores acromáticos. Ídem colores neutros.

Colores cromáticos. Son los colores relacionados con el espectro lumínico visible. Los colores que se aprecian en el arco iris. Se definen a partir de los atributos de tono, el valor y la intensidad.

Colores neutros. Son los colores grises, el blanco y el negro. Colores acromáticos.

Composición dinámica. Configuración visual o cualidad de una estructura formal con carácter desequilibrado o inestable, debido, normalmente, a que la organización de la estructura formal no se suscribe a los principios perceptivos visuales del espacio tridimensional, la verticalidad y la horizontalidad. Composición tensa.

Composición estática. Configuración visual o cualidad de una estructura formal con carácter estable o equilibrado debido, normalmente, a la relación de correspondencia de ésta con los principios perceptivos visuales del espacio tridimensional, la verticalidad y la horizontalidad. Composición equilibrada.

Composición orgánica. Configuración formal realizada fundamentalmente a partir de curvas y/o superficies libres y que en su apariencia global sugiere fluidez. Este tipo de composiciones destacan por carecer de angulosidades, vértices y de puntos o líneas de inflexión. Composición fluida. Composición blanda. En el mundo anglosajón a este tipo de composiciones las denominan bajo el significante de *softness*.

Composición rectilínea. Configuración formal realizada fundamentalmente a partir de trazos, curvas y superficies rectilíneas que presenta angulosidades e interrupciones en una apariencia global. En el mundo anglosajón a este tipo de composiciones las denominan bajo el significante de *sharpness*, en relación a su apariencia afilada.

Configuración formal. Ídem estructura formal.

Contorno. Ídem figura.

Contraluz. Tipo de toma fotográfica en la que el punto de vista del observador se sitúa opuesto a la fuente de luz.

Contrapicado. Ángulo de toma fotográfico en el cual la cámara se inclina sobre el objeto retratado, tomando una posición inferior a éste.

Cuerpos abiertos. Elementos volumétricos con intersticios o vacíos. Normalmente configurados a partir de elementos lineales o superficiales.

Cuerpos cerrados. Ídem elementos sólidos.

Curvas y superficies NURBS (*Non Uniform Rational B-Splines*). Tipología de curvas y superficies regidas por modelos de carácter matemático desarrolladas durante los años cincuenta. Este tipo de curvas y superficies se emplean en las aplicaciones informáticas de diseño asistido por ordenador y facilitan la creación de formas orgánicas complejas difícilmente representables mediante modelos algebraicos y geométricos tradicionales.

Desplazamiento. Acción de mover o trasladar un elemento o grupo de elementos de diseño, conceptuales o visuales, en el proceso de configuración de un objeto.

Dimensión. Longitud, área o volumen de un elemento conceptual de diseño.

Dirección característica. Eje particular que destaca en la estructura formal de un objeto y que se identifica por predominar sobre otras posibles direcciones de éste. La dirección característica se relaciona estrechamente con las dimensiones de altura, anchura y profundidad, y las proporciones que toman éstas dentro de una configuración formal.

Distancia focal. Longitud del segmento de recta comprendido entre dos puntos del espacio, el punto de vista del observador y el objeto a retratar.

Elementos conceptuales. Elementos fundamentales de diseño que se caracterizan por no ser visibles, sino entelequias las cuales pueden tomar forma visual a partir de la aplicación de las propiedades o elementos visuales.

Elementos lineales. Elementos de diseño conceptuales y visuales inscritos dentro de la gramática visual y que se caracterizan por su estrechez y su longitud. Configuran cuerpos de carácter abierto.

Elementos planos. Elementos superficiales con carácter bidimensional. Elementos llanos y lisos.

Elementos sólidos. Cuerpos materiales tridimensionales que se expresan en sus dimensiones de altura, anchura y profundidad. Cuerpos cerrados.

Elementos superficiales. Elementos de diseño conceptuales y visuales inscritos dentro de la gramática visual y que se caracterizan por su largo y ancho y porque conceptualmente carecen de espesor, aunque visualmente lo posean. Configuran elementos de carácter abierto, aunque también son el límite de cuerpos sólidos cerrados.

Elementos visuales. Conjunto de elementos que se manifiestan dentro del fenómeno de visionado. Representaciones visuales de los elementos conceptuales. Se expresan a partir de la forma, medida, color y textura. Propiedades visuales.

Elementos volumétricos. Elementos que se expresan ocupando el espacio tridimensional en sus dimensiones de anchura, altura y profundidad.

Equilibrio. Estado de una composición formal que se produce cuando la relación que se establece entre la dirección o direcciones características se corresponde con los principios perceptivos visuales del espacio tridimensional, la verticalidad y la horizontalidad. Estado de compensación mutua entre direcciones características de una estructura formal.

Escala. Relación que se establece entre el objeto y el campo visual u otros objetos del entorno.

Estructura formal. Concepción más completa que la de únicamente «forma» o «figura». Incluye, además, los principios generativos, el orden y la disposición del volumen o cuerpo en el espacio y su comprensión como entidad propia. La manera en la que un objeto se construye, se organiza, gracias a, normalmente, razonamientos lógicos y que se advierte mediante una seriación de visionados sucesivos y secuenciales. Gestalt. Configuración formal. Forma perceptual.

Figura. Elemento que delimita el contorno perímetro o perfil de la forma estructural.

Flujo lumínico. Magnitud que expresa la energía luminosa emitida o recibida por un cuerpo en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el lumen.

Fondo. Color o dibujo que cubre una superficie y sobre el cual destacan otros entes como formas, colores o dibujos.

Forma material. Imagen sensitiva inmediata que se proyecta sobre la retina en el proceso perceptivo-visual.

Forma perceptual. Ídem estructura formal.

Forma. Configuración externa de algo (RAE, on line). Desde el punto de vista visual, todo lo que pueda ser visto y que aporta una identificación característica en la percepción de un fenómeno visual. Figura que se ve a partir de las propiedades visuales de tamaño, color y textura.

Fuente de luz. Punto o centro desde donde se ilumina y alumbra, en este caso, una escena. Puede ser, entre otros, natural (luz del sol), artificial (eléctrica-lámpara), difusa (distribuida sobre una superficie) o focal-puntual (centrada en un punto de emisión).

Gran angular. Objetivo de cámara fotográfica que se caracteriza por poseer una corta distancia focal y capacidad para cubrir un ángulo visual de 60-70° a 180°.

Horizontalidad (*levelness*). Cualidad, tendencia u orientación asociada al horizonte, entendido éste como límite visual.

Iluminación cenital. Tipo de iluminación cuya fuente de luz se sitúa encima del objeto a iluminar.

Iluminación contrapicada. Tipo de iluminación en la que la fuente de luz se sitúa inclinada respecto al objeto a iluminar, tomando una posición inferior a éste.

Iluminación difusa. Tipo de iluminación que parte distribuída de una superficie.

Iluminación focal o dirigida. Tipo de iluminación que parte de un punto y que ilumina, con su haz, especialmente una zona concreta de la escena.

Iluminación paralela. Tipo de iluminación que genera una tipología de haz de luz con un ancho constante y en la que sus rayos permanecen paralelos.

Inercia visual. Efecto aparente de estabilidad/inestabilidad que se da en ciertas configuraciones formales y que depende de la posición o forma del objeto, así como del rayo de visión del observador. Una estructura o composición formal con una alta carga de inercia visual se caracteriza por dinamizar y generar tensión, movimiento aparente o en potencia, en la composición.

Intensidad. Atributo que indica la pureza de un color. También conocido como saturación.

Leyes o principios gestálticos (de la Gestalt). Conjunto de leyes o principios de naturaleza fenomenológica desarrollados a principios del siglo XX por la escuela alemana de Psicología de la Gestalt (forma o configuración). Estos principios enuncian una serie de normas fundamentales que rigen ciertos fenómenos de carácter perceptivo.

Lógicas de manipulación. Tipología de lógicas de diseño que se centran en el manejo y la transformación controlada de la forma.

Lógicas de organización. Tipología de lógicas de diseño que se centran en la disposición y organización controlada de los elementos constitutivos de una estructura o composición formal.

Lógicas de relaciones direccionales. Tipología de lógicas de diseño que se centran en las relaciones de posición, dirección y orientación que se establecen entre el objeto, el plano horizontal de soporte y el rayo y punto de vista del observador.

Lógicas del diseño. Conjunto de modos e instrumentos que asisten, al diseñador, en la creación, organización y análisis de objetos desde la óptica de la forma. Las lógicas se dividen en direccionales, de transformación y de organización.

Luminotecnia. Disciplina enraizada en la electrotecnia que trata la iluminación artificial con fines técnicos o artísticos.

Medida. Dimensión que expresa una cantidad numérica.

Operación aditiva. Acción de sumar o añadir elementos conceptuales o visuales de diseño en el proceso de configuración de un objeto.

Operación de intersección. Acción de encontrar dos grupos de elementos de diseño conceptuales o visuales para conseguir un conjunto común y recíproco en el proceso de configuración de un objeto.

Operación sustractiva. Acción de restar, separar, disminuir, rebajar, etc. una estructura formal en el proceso de configuración de un objeto.

Orientación. Posición o dirección de un objeto teniendo como referencia el campo visual del espacio tridimensional, caracterizado este último, fundamentalmente, por la horizontalidad y la verticalidad.

Peso visual. Cualidad y efecto de origen visual que poseen ciertos cuerpos, cuerpos cerrados, en el espacio tridimensional, los cuales destacan por su volumetría en una determinada composición. Se relaciona con su experiencia física homónima de peso como fuerza relacionada con la gravedad, pero su carácter es únicamente visual.

Principio de cerramiento o cierre. Ley de la Gestalt que indica cierta tendencia a agrupar en estructuras formales cerradas aquellas partes que juntas se encuentran cerradas, pero por separado son estructuras abiertas. Tendencia a completar unidades de estructuras formales incompletas.

Principio de constancia perceptiva. Ley de la Gestalt que indica que las condiciones y/o propiedades visuales (color, forma, tamaño) de una estructura formal se perciben invariables aunque varíen sus condiciones de presentación tales como, por ejemplo, el grado de iluminación y/o la distancia.

Principio de la buena continuidad. Ley de la Gestalt que indica cierta tendencia a agrupar en estructuras formales partes o unidades que se encuentran alineadas o compartiendo una suave continuidad.

Principio de simplicidad. Ley de la Gestalt que indica que todo estímulo perceptivo tiende a verse de modo tal que la estructura resultante sea tan simple como lo permitan las condiciones dadas.

Principio de proximidad. Ley de la Gestalt que indica cierta tendencia a agrupar en estructuras formales, formando un todo, aquellas unidades que están más juntas o próximas entre sí, antes que aquellas que se encuentran alejadas.

Principio de semejanza. Ley de la Gestalt que indica que, en igualdad de condiciones, existe cierta tendencia a agrupar en estructuras formales, formando un todo, aquellas unidades que poseen algún tipo de semejanza (forma, color, tamaño), antes que aquellas que no comparten ningún tipo de afinidad. Principio de similitud.

Principio de la buena forma (Pregnanz). Ley de la Gestalt que indica que el fenómeno de percepción unitario de la forma se organiza de manera que la estructura formal resulte equilibrada, armónica, consistente… de tal manera que las partes de esta estructura formal posean unos principios constructivos que las relacionen y las hagan pertenecerse entre ellas, es decir, que se requieran recíprocamente. Este concepto se encuentra estrechamente relacionado con el de simplicidad, orden, simetría, regularidad, estabilidad, etc. La ley de la buena continuidad actúa normalmente como garante para una organización percibida unitaria… con pregnancia. Principio de la buena Gestalt. Principio de la pregnancia. Coherencia estructural. Carácter unitario (Kanizsa, 1986: 40-45).

Principios generadores de la forma. Ídem lógicas de manipulación. Principios relacionados con el control en la creación formal. Conjunto de operaciones que asisten en el proceso de generación de una composiciones de carácter formal.

Propiedades visuales. Ídem elementos visuales.

Proporción. Relación o correspondencia matemática que se establece entre las partes internas de un objeto y el todo.

Rendimiento de color. Capacidad de una fuente de luz artificial para reproducir los colores correctamente, es decir, tal y como los reproduce la luz diurna del sol.

RGB. Siglas anglosajonas, acrónimo, que significan: *Red* (rojo), *Green* (verde), *Blue* (azul).

Semántica formal. Significado o sentido de una composición formal entendida ésta como un signo o un elemento simbólico dentro de un contexto determinado.

Síntesis aditiva. Sistema, modelo o proceso de mezcla de colores lumínicos caracterizados por sus respectivas longitudes de onda. También se denomina mezcla aditiva. Este sistema es la base de dispositivos como los monitores de televisión.

Síntesis sustractiva. Sistema, modelo o proceso de mezcla de colores o pigmentos.

Solape. Mecanismo mediante el cual se genera cierta sensación de profundidad ilusoria en una composición bidimensional. Este fenómeno se produce cuando un objeto oculta una parte de otro, en este caso el objeto ocultado se percibe más alejado del observador. Superposición. Transposición. Cobertura. Ocultación.
Teleobjetivo. Objetivo e cámara fotográfica de mucha distancia focal, que se caracteriza por permitir fotografiar objetos muy lejanos.

Temperatura de color. Cualidad de la fuente de luz la cual transmite una dominancia de alguno de los colores del espectro lumínico sobre los demás. Se mide en grados Kelvin.

Tensión. Estado de una composición formal que se produce cuando la relación que se establece entre la dirección o direcciones características no se corresponde con los principios perceptivos visuales del espacio tridimensional, la verticalidad y la horizontalidad.

Textura. Característica, naturaleza o propiedad visual o táctil de una superficie. Elemento visual.

Tono. Cada una de las gradaciones que puede recibir un color sin perder el nombre que lo distingue de los demás. También conocido como matiz o croma.

Unidad *vs.* variedad. Son dos factores dependientes entre sí dentro de la imagen del producto de tal manera que pueden considerarse polos opuestos. El orden trata de la buena disposición o pregnancia de un objeto mediante principios ordenadores como la simetría, buena continuidad, ritmo y la repetición de elementos visuales entre otros, en cambio la variedad o la complejidad, en la imagen de un producto, podría considerarse la desviación respecto a estos principios que se caracterizan, entre otros factores, por emplear el contraste o la discontinuidad de elementos visuales en su configuración formal. Orden *vs.* complejidad.

Valor. Atributo que indica el nivel de claridad u oscuridad de un color. También conocido como brillo.

Verticalidad. Cualidad o tendencia u orientación asociada a la fuerza de la gravedad.

Volumen. Espacio ocupado por un cuerpo sólido.

5. Bibliografía

Alexander, C. (1976): *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, 4ª ed., Buenos Aires, Ediciones Infinito.
Alsina y Trillas (1992): *Lecciones de Álgebra y Geometría. Curso para estudiantes de Arquitectura*, 6ª ed., Barcelona, Gustavo Gili.
Arnheim, R. (1995): *Arte y percepción visual*, Barcelona, Gustavo Gili.
Arnheim, R. (2001): *La forma visual de la arquitectura*, Barcelona, Gustavo Gili.
Beljon, J. J. (1993): *Gramática del arte*, Madrid, Celeste Ediciones.
Bonsiepe, G. (1978): *Teoría y práctica del diseño industrial*, Barcelona, Gustavo Gili.
Calduch, J. (2001): *Forma y percepción*, Alicante, Editorial Club Universitario.
Ching, F. (2004): *Arquitectura. Forma, espacio y orden*, Barcelona, Gustavo Gili.
Cullen, G. (1974): *El paisaje urbano. Tratado de estética urbanística*, Barcelona, Editorial Blume.
Dondis, D. A. (2000)*: La sintaxis de la imagen*, 14ª ed., Barcelona, Gustavo Gili.
Fiedler, J. y P. Feirebend (2000)*: Bauhaus,* Colonia, Könemann.
Fiores II; «Character Preservation and Modelling in Aesthetic and Engineering Design» (2002, en línea): Url: http://www.fiores.com/FIORES2/objective.html [Consulta: marzo de 2010].
Focillon, H. (1943)*: La vida de las formas*, Madrid, Xarait Ediciones.
Munro, T. (1962): *La forma de las artes: un panorama de morfología*, Buenos Aires, Ediciones 3.
Fotonostra (2010, en línea): «Fotografía y diseño gráfico digital», Url: http://www.fotonostra.com/index.htm [Consulta: marzo de 2010].
Giannini, F. y M. Monti (2003): «Design intent-oriented modelling tools for aesthetic design», *Journal of WSCG,* Vol. 11, Nº 1.
Gómez- Senent, E: (1986): *Diseño Industrial*, Valencia, Servicio de Publicaciones upv.
Gual Almarcha, E.(2008): *El color en el lenguaje*, Castelló de la Plana, Gràfiques Vima.
Gual Almarcha, E. (2009): *Simbología del color. Cultura, tradiciones, tabúes y mitos*, Castelló de la Plana, Gràfiques Vima.
Hedgecoe, J. (2001): *El arte de la fotografía en color*, Barcelona, Blume.
Hemenway, P. (2008): *El código secreto. La misteriosa fórmula que rige el arte, la naturaleza y la ciencia*, Lugano, Springwood.
Izquierdo Asensi, F. (1979)*, Geometría Descriptiva*, 24ª ed., Editorial Paraninfo.
Kandinsky, Wassily (1994): *Punto y línea sobre el plano*, 4ª ed., Barcelona, Editorial Labor.
Kaniza G. (1986): *Gramática de la visión. Percepción y pensamiento*, Barcelona, Paidós Ediciones.
Latre David, V. (2000): *La configuración de la forma*, Castellón (apuntes de postgrado no publicados).
Laurer, D. y S. Pentak (2007): *Design Basics*. Boston, Thomson Higher Education.

Le Corbusier (2005): *El modulor*, Madrid, Apóstrofe.
Litwell, W.; K. Holden y J. Butler (2005): *Principios universales de diseño*, Barcelona, Blume.
Lindbeck J. (1995): *Product Design and Manufacture*, New Jersey, Prentice Hall.
Löbach, B. (1981): *Diseño Industrial. Bases para la configuración de los productos industriales*, Barcelona, Gustavo Gili.
López Parejo, A. y C. Herrera Rivas (2008): *Introducción al diseño*, Málaga, Ediciones Vértica.
Lupton y Miler (1993): *El abc de la Bauhaus*, Barcelona, Gustavo Gili.
Marcolli, A. (1978): *Teoría del campo. Curso de educación visual*, Madrid, Xarait Ediciones.
Navarro Lizandra, J. L. (2009): *Taller de expresión tridimensional*, Castellón de la Plana, Servei de Comunicació i Publicacions Universitat Jaume I. Url: http://e-ujier.uji.es/pls/www/!gri_www.euji22142?p_id=218.
Photoinf (2004, en línea): «Photo Composition Articles», Url: http://photoinf.com/ [Consulta: marzo de 2010].
Podehl, G. (2002): «Terms and measures for styling properties», *Relation*, Vol. 10, Nº 1.39.
Ricard, A. (1982): *Diseño ¿Por qué?*, Barcelona, Gustavo Gili.
Smyth, S. N. y D. R. Wallace (2000): «Towards the synthesis of aesthetic product form», *Proceedings DETC2000/DTM-14554, ASME*, New York, 1-8.
Tejeda, J. G. (2006): *Diccionario crítico del diseño*, Barcelona, Paidós.
Vvaa, 2003. *Contribuciones a los sistemas de Diseño,* Tucumán, Ediciones Magna**.**
Weintraub, D. J. y E. L. Walker (1968): *Percepción. Temas básicos de psicología*, Alcoy, Editorial Marfil.
Wikipedia (2010, en línea): «Composición fotográfica», Url: http://es.wikipedia.org/wiki/ [Consulta: marzo de 2010].
Wittkower, R. (1997): *La escultura: procesos y principios*, Madrid, Alianza Editorial.
Wong, W. (1991): *Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional*, Barcelona, Gustavo Gili.
Wong, W. (1990): *Principios del diseño en color*, Barcelona, Gustavo Gili.

Índice de figuras

Figura 32: Ejemplo de estructura formal visualmente pesada, gracias al empleo de cuerpos cerrados.

Figura 33: Las variaciones de las patas asociadas a la verticalidad imprimen en la silla de la derecha un carácter más dinámico que su homónima de la izquierda.

Figura 34: Silla desequilibrada solucionada con el uso de elementos lineales.

Figura 35: La repetición de objetos o elementos de diseño, o propiedades visuales, puede llegar a expresar ritmo visual.

Figura 36: La imagen de la izquierda presenta cierta apariencia orgánica, mientras que la imagen de la derecha presenta una apariencia caracterizada por la rectitud y por las relaciones de perpendicularidad de sus partes.

Figura 37: Ejemplo de relación forma-fondo en objetos tridimensionales.

Figura 38: Ejemplo del principio de la constancia de forma y color.

Figura 39: Ejemplo de aplicación del principio de buena continuidad. Los dos volúmenes añadidos a la estructura de asiento-respaldo del sofá, correspondientes a los reposabrazos, se adaptan a la forma del sofá, a pesar de que presentan variación de color.

Figura 40: Ejemplo de desafortunada aplicación del principio de buena continuidad. Los dos volúmenes añadidos a la estructura de asiento-respaldo del sofá, correspondientes a los reposabrazos, apenas se adaptan a la forma de éste, y se perciben como elementos añadidos pero sin continuidad y coherencia con la forma general del elemento asiento-respaldo.

Figura 41: Ejemplo exagerado de discontinuidad o continuidad en elementos de descanso.

Figura 42: Aplicación de la ley de cerramiento en un elemento de descanso.

Figura 43: Ejemplo de variedad formal y de colores.

Figura 44: Diseño unitario, a pesar de su compleja volumetría un tanto libre de atributos geométricos tales como aristas. En este caso, el color y el uso de las tangencias o continuidad entre superficies ejercen de elementos unificadores.

Figura 45: Ejemplo de combinación entre unidad formal y variedad en texturas.

Figura 46: Silla unificada a partir del uso de elementos lineales con predominio de trazos curvos.

Figura 47: Silla unificada a partir del uso de elementos lineales con predominio de trazos rectilíneos y angulosos.

Figura 63: Imagen de iluminación a contraluz en la que se aprecia el énfasis en el contorno de la forma, sobre todo en aquellas zonas en que ésta se recorta sobre el fondo oscuro.

Figura 64: El tono y brillo del fondo es un factor de percepción tan importante como la propia forma. La relación forma-fondo debe ser estudiada y experimentada en todo proceso de presentación virtual.

Figura 65: Escenario con el fondo en iluminación en penumbra.

Figura 66: Escenario trabajado con diferentes tonos y con el empleo mesurado de reflejos sobre el plano horizontal.

Figura 67: La representación de la izquierda oculta la línea de horizonte o, simplemente, una esquina del decorado. La imagen de la derecha, sin embargo, enfatiza la linea de horizonte.

Figura 68: Imagen seleccionada para integrar elementos de mobiliario para parques y jardines.

Figura 69: Análisis de la imagen seleccionada.

Figura 70: Encaje de objetos sobre la línea de horizonte y plano horizontal.

Figura 71: Fotocomposición final con los elementos en 3D sobre el fondo de la fotografía.

Figura 72: Imagen ejemplo de integración de producto modelado en entorno de mapa de bits. Ejercicio realizado por Jésica Carbonell Gálvez.

Índice de tablas